

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-142666

(43)Date of publication of application : 16.05.2003

(51)Int.Cl.

H01L 27/12
G02F 1/1368
H01L 21/336
H01L 21/762
H01L 21/8238
H01L 21/8242
H01L 21/8244
H01L 27/08
H01L 27/092
H01L 27/108
H01L 27/11
H01L 29/786

(21)Application number : 2002-214283

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 23.07.2002

(72)Inventor : UTSUNOMIYA SUMIO

(30)Priority

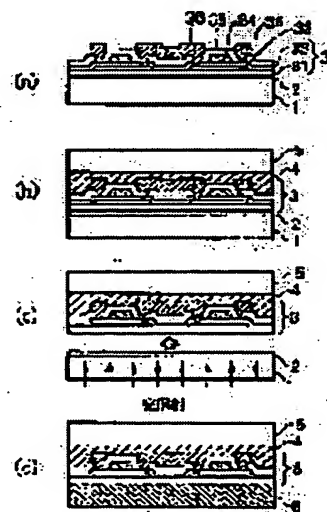
Priority number : 2001223434 Priority date : 24.07.2001 Priority country : JP

(54) TRANSFER METHOD FOR ELEMENT, METHOD FOR MANUFACTURING ELEMENT, INTEGRATED CIRCUIT, CIRCUIT BOARD, ELECTROOPTIC DEVICE, IC CARD AND ELECTRONIC APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing a semiconductor device wherein a substrate excellent in flexibility and resistance to shock can be formed on a semiconductor element directly by using exfoliating transfer technique, and a semiconductor device wherein an adhering layer is not contained in a semiconductor device to be manufactured.

SOLUTION: An isolation layer (2) is formed on an element forming substrate (1), an element forming layer (3) containing an electric element is formed on the



isolation layer, the element forming layer is bonded to a temporary transfer substrate (5) via a dissoluble bonding layer (4), and the element forming layer is isolated from the element forming substrate by weakening bonding force of the isolation layer. The element forming layer is moved to a temporary transfer substrate (5) side, hardening resin (6) is spread on the element forming layer (3) moved to the temporary transfer substrate (5) side, a transfer substrate (6) is formed by curing the curing resin, and the temporary transfer substrate (5) is isolated from the transfer substrate (6) by dissolving the bonding layer (4). As a result, a structure wherein the transfer substrate is formed directly on the element forming layer (3) is obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the manufacture method of the semiconductor device which used the substrates imprint technology of a thin film.

[0002]

[Description of the Prior Art] The thing which are depended on deformation or fall with a liquid crystal display (LCD) panel and semiconductor application equipment like an electroluminescence (EL) drop and for which it breaks and a plastic plate is used for a substrate substrate for the reasons of prevention, cost reduction, etc. may be desirable.

[0003] However, although an elevated-temperature process is used in manufacture of the thin film transistor used for the indicator of a panel mold, there are some which cannot bear an elevated temperature in a plastic plate and circuit elements, such as an EL element.

[0004] Then, after an applicant manufactures a semiconductor device on a heat-resistant basic substrate by the conventional semiconductor manufacturing technology including an elevated-temperature process, he exfoliated the element formation film (layer) with which the semiconductor device is formed from this substrate, and has proposed the imprint technology of manufacturing semiconductor application equipment, by sticking this on a plastic plate. For example, it is explained to JP,10-125929,A, JP,10-125930,A, and JP,10-125931,A as the "exfoliation method" etc. at details.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the semiconductor device manufactured using the above-mentioned exfoliation technology includes a configuration called element cambia, such as a thin film transistor, the glue line to which adhesives were applied, and a plastic plate, the thickness of 10-100 micrometers and a substrate is set to about 50-500 micrometers by the thickness of the above-mentioned adhesives, and the thickness of the whole semiconductor device serves as size in comparison. Moreover, the above-mentioned adhesives must be able to paste up both an element cambium and a substrate good (or cementation). Moreover, if the coefficient of thermal expansion between each class containing the above-mentioned adhesives has a difference, it is possible to become the cause of curvature or a crack and to reduce the thermal resistance (reliability) of semiconductor application equipment.

[0006] Therefore, this invention aims at offering the semiconductor device it was made not to contain a glue line in the semiconductor device manufactured using the technology which exfoliates and imprints the cambium of a heat-resistant substrate to an electric element to other substrates.

[0007] Moreover, this invention aims at using as a thinner semiconductor device the semiconductor device manufactured according to the manufacture process which uses exfoliation imprint technology.

[0008] Moreover, this invention aims at using more as a heat-resistant high semiconductor device the semiconductor device manufactured according to the manufacture process which uses exfoliation imprint technology.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose the 1st imprint method

of an element of this invention A production process which will form a detached core in which bonding strength becomes weaker on an element formation substrate for forming an element if fixed conditions are given, A production process which forms an element cambium containing an element on the above-mentioned detached core, and a production process joined to a temporary imprint substrate through a junctional zone which can dissolve the above-mentioned element cambium, A production process which weakens bonding strength of the above-mentioned detached core, separates the above-mentioned element cambium from the above-mentioned element formation substrate, and moves this to the above-mentioned temporary imprint substrate side, Resin is applied on the above-mentioned element cambium moved to the above-mentioned temporary imprint substrate, and a production process which hardens and forms an imprint substrate, and a production process which dissolves the above-mentioned junctional zone and separates the above-mentioned temporary imprint substrate from the above-mentioned imprint substrate are included.

[0010] Since an imprint substrate and an element formation substrate join and a glue line is not included among both by considering as this configuration, it becomes possible to form thickness of a semiconductor device thinly. Moreover, since 3 layer structures of the conventional element cambia (thin film transistor etc.), a glue line (adhesives), and an imprint substrate (plastic plate) turn into the two-layer structure (an element cambium, imprint substrate), it is easy to double coefficient of thermal expansion of each class, and it becomes possible to reduce curvature and a crack.

[0011] Moreover, a production process which will form a detached core in which bonding strength becomes weaker if fixed conditions are given to the 2nd imprint method of an element of this invention on an element formation substrate for forming an element, A production process which forms an element cambium containing an element on the above-mentioned detached core, and a production process which applies resin on the above-mentioned element cambium, hardens this, and forms an imprint substrate, Bonding strength of the above-mentioned detached core is weakened, the above-mentioned element formation substrate is exfoliated from the above-mentioned element cambium, and a production process which moves the above-mentioned element cambium to the above-mentioned imprint substrate side is included.

[0012] Since an imprint substrate and an element formation substrate join and a glue line is not included among both by considering as this configuration, it becomes possible to form thickness of a semiconductor device thinly. In this case, it becomes possible to imprint an element cambium at fewer production processes.

[0013] It is possible to include an element, wiring, an electrode, etc. in a reversed element cambium by including a production process which carries out the opening of the contact hole to the above-mentioned element cambium, and forms a wiring layer or an electrode layer further in this invention.

[0014] In addition, in this invention, there is no limitation in the configuration, and a configuration and magnitude including an element of a simple substance which does not ask that TFT, diode, resistance, an inductor, a capacitor, and other active elements and passive elements are "elements."

[0015] Moreover, it sets to this invention, and a "detached core" is desirable, and the above-mentioned detached core is stratum disjunctum which bonding strength between atoms or between molecules disappears or decreases by the exposure of light, such as a laser beam, and produces exfoliation (ablation), and it consists of materials which produce such exfoliation.

[0016] Preferably, the above-mentioned detached cores may be multilayers which are an amorphous silicon, silicon nitride, and one or more materials chosen from a group which consists of a metal, and are such combination. This makes easy to produce exfoliation within a detached core, and exfoliation on a boundary with a layer which adjoins a detached core. For example, including nitrogen, if light is irradiated, nitrogen will dissociate and, as for silicon nitride, bonding strength of molecules will become weak.

[0017] desirable -- the above-mentioned detached core -- or hydrogen is included. Thereby, if light is irradiated, hydrogen will dissociate (gasification) and bonding strength of molecules will become weak.

[0018] Preferably, the above-mentioned junctional zones are liquid dissolution adhesives, for example, water-soluble adhesives, and are eluted by rinsing.

[0019] This invention is also the manufacture method of an element including each production process of an imprint method of said element. It is also the integrated circuit furthermore manufactured by imprint method concerned.

[0020] Here, in this invention, an "integrated circuit" means a circuit on which wiring of an element and others was accumulated so that a fixed function might be done so. An "integrated circuit" says a circuit which formed two or more active elements (thin film transistor etc.) and passive elements (resistance, capacitor, etc.) in the same substrate (it finally becomes an imprint substrate in this invention) by the chemical technique, such as ion implantation, and diffusion, photo etching, and can classify it into small-scale integrated circuits (a NANDO circuit, NOR circuit, etc.), medium-scale integrated circuits (a counter, register circuit, etc.), and large-scale integrated circuits (memory, a microprocessor, DSP, etc.) according to a degree of integration.

[0021] Moreover, this invention is also the circuit board manufactured by the imprint method of said element. For example, it is also the circuit board which is manufactured by said imprint method and which is constituted by arranging an element to two or more pixel electrodes arranged at two dimensions, for example, a active-matrix substrate.

[0022] Moreover, this invention is also an electro-optic device equipped with said circuit board.

[0023] Here, or an "electro-optic device" emits light by electric action, it means general equipment equipped with an electro-optics element to which a condition of light from the outside is changed, and both what emits light itself, and the thing which controls passage of light from the outside are included. For example, a display of a active-matrix mold equipped with a liquid crystal device, an electrophoresis element, EL (electroluminescence) element, and an electron emission element that makes an electron generated by impression of electric field guess and emit light to a luminescence board as an electro-optics element etc. is said. But it is not limited to equipments, such as this.

[0024] Moreover, this invention is also electronic equipment manufactured by the imprint method of said element.

[0025] Here, "electronic equipment" means the general device which does a fixed function so with two or more elements or combination of a circuit, for example, it has an electro-optic device and memory and is constituted. Although there is no limitation especially in the configuration, a fax machine with a display function, a finder of a digital camera, the pocket mold TV, DSP equipment, PDA, an electronic notebook, the lightning notice board, a display for an advertisement public notice, etc. are included in a projector of an IC card, a cellular phone, a video camera, a personal computer, a head mount display, a rear mold, or a front mold, and a pan, for example.

[0026]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained with reference to a drawing.

(Gestalt of the 1st operation) It joins to a temporary imprint substrate through the junctional zone which can dissolve an element cambium, and the gestalt of operation of the 1st of this invention applies resin to the element cambium moved to the temporary imprint substrate, forms an imprint substrate, and is related with the imprint method of the 1st element of dissolving the joined junctional zone and separating a temporary imprint substrate from an imprint substrate. That is, after forming the imprint substrate which turns into the last substrate after an imprint, it is related with the method of removing the substrate which was being imprinted in primary.

[0027] Drawing 1 (a) thru/or this drawing (e) show the manufacture process (production process) of the element concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[0028] First, as shown in drawing 1 (a), let the translucency heatproof substrates 1, such as quartz glass which bears about 1000 degrees C, be element formation substrates.

[0029] As for the element formation substrate 1, it is desirable that it is what has the translucency which light may penetrate here. Light can be irradiated through the substrate concerned at stratum disjunctum by this, and stratum disjunctum can be made to exfoliate quickly and correctly by optical exposure. In this case, as for the permeability of light, it is desirable that it is 10% or more, and it is more desirable that it is 50% or more. It is because it ends with the small quantity of light by attenuation (loss) of light

decreasing more and exfoliating stratum disjunctum 2 so that this permeability is high.

[0030] Moreover, as for the substrate 1 concerned, it is desirable to consist of reliable materials, and it is desirable to consist of materials which were excellent in thermal resistance especially. Although the reason has what process temperature becomes high depending on the class and formation method (for example, about 350-1000 degrees C) in case it forms the element cambium and interlayer who mention later, for example, it is because the width of face of a setup of membrane formation conditions, such as the temperature condition, will spread even in such a case on the occasion of formation of the element cambium to the substrate 1 top concerned etc. if the element formation substrate 1 is excellent in thermal resistance. In case this manufactures many elements and circuits on an element formation substrate, desired high temperature processing becomes possible and reliability can manufacture the element and circuit of high performance highly.

[0031] Therefore, the element formation substrate 1 has that desirable by which the strain point is constituted from a material more than T_{max} , when the maximum temperature in the case of formation of the element cambium 2 is set to T_{max} . A thing 350 degrees C or more has a desirable strain point, and, specifically, the component of the element formation substrate 1 has a more desirable thing 500 degrees C or more. As such a thing, the heat resisting glass of quartz glass, Corning 7059, and NEC glass OA-2 grade is mentioned, for example.

[0032] Moreover, although especially the thickness of the element formation substrate 1 is not limited, it is desirable that it is about 0.1-5.0mm, and it is usually more desirable that it is about 0.5-1.5mm. It is because reinforcement will rise more if the thickness of the substrate 1 concerned is more thick, and it will be harder coming to generate attenuation of light when the permeability of the substrate 1 concerned is low if more thin. In addition, when the permeability of the light of the element formation substrate 1 is high, the thickness may exceed said upper limit.

[0033] In addition, as for the thickness of the element formation substrate 1, it is desirable that it is uniform so that light can be irradiated at homogeneity.

[0034] Thus, since it is possible to carry out repeat use, even if it uses a comparatively expensive material, it is possible, although there are many conditions in an element formation substrate to lessen the rise of a manufacturing cost by repeat use.

[0035] That is, the element formation substrate can choose the thing suitable for element formation, without receiving a limit of the reinforcement in a final product, thickness, weight, and cost, since it is not what becomes some final products.

[0036] Stratum disjunctum 2 chooses a material which produces exfoliation (it is also called "exfoliation in a layer", or "interfacial peeling") in the inside of the layer concerned, or an interface by exposure light, such as a laser beam. That is, by irradiating the light of fixed reinforcement, the bonding strength between the atoms in the atom or molecule which constitutes a constituent, or between molecules disappears or decreases, ablation (ablation) etc. is produced, and exfoliation is caused. Moreover, a gas is emitted by the exposure of exposure light from stratum disjunctum 2, and it may result in separation. Stratum disjunctum 2 absorbs light, it becomes a gas to the case where the component contained in stratum disjunctum 2 serves as a gas, and it is emitted, and results in separation, the steam is emitted, and it may result in separation.

[0037] As a presentation of such stratum disjunctum 2, what is indicated by following A-E is mentioned, for example.

A. Amorphous silicon (a-Si)

Hydrogen (H) may contain in this amorphous silicon. In this case, as for the content of H, it is desirable that it is a degree more than 2 atom %, and it is more desirable that it is a 2 - 20 atom % degree. Thus, if specified quantity content of the hydrogen (H) is carried out, hydrogen will be emitted by the exposure of light, internal pressure will occur in stratum disjunctum 2, and it will become the force in which it exfoliates an up-and-down thin film. The content of the hydrogen in an amorphous silicon (H) can be adjusted by setting up suitably conditions, such as membrane formation conditions, for example, the gas presentation in CVD, gas pressure, a gas ambient atmosphere, a quantity of gas flow, temperature, substrate temperature, and injection power. Light absorption nature is good, and membrane formation is

also easy nature, and practicality of an amorphous silicon is high. Therefore, the stratum disjunctum which produces exfoliation correctly by optical exposure can be cheaply formed by constituting stratum disjunctum from an amorphous silicon.

B. As various oxide ceramics, such as silicon oxide or a silicic-acid compound, titanium oxide or a titanic-acid compound, zirconium oxide or a zirconic acid compound, a lanthanum trioxide, or a lanthanum oxidation compound, ***** (ferroelectric), or semiconductor silicon oxide, SiO, SiO₂, and Si₃O₂ are mentioned, and K₂SiO₃, Li₂SiO₃, CaSiO₃ and ZrSiO₄, and Na₂SiO₃ are mentioned as a silicic-acid compound, for example.

[0038] as titanium oxide -- TiO and Ti₂O₃ and TiO₂ mention -- having -- as a titanic-acid compound -- BaTiO₄, BaTiO₃, Ba₂Ti₉O₂₀, BaTi₅O₂, and CaTiO₃, SrTiO₃, PbTiO₃, MgTiO₃, ZrTiO₂, SnTiO₄ and aluminum₂ -- TiO₅ and FeTiO₃ are mentioned.

[0039] As zirconium oxide, ZrO₂ is mentioned and BaZrO₃, ZrSiO₄, PbZrO₃, MgZrO₃, and K₂ZrO₃ are mentioned as a zirconic acid compound; for example.

[0040] Moreover, constituting from silicon containing nitrogen is desirable. It is because nitrogen is emitted with the exposure of light and the exfoliation in stratum disjunctum is promoted by this, when nitrogen content silicon is used for stratum disjunctum.

C. The ceramics or dielectrics (ferroelectric), such as PZT, PLZT, PLLZT, and PBZT

D. As nitride-ceramics E. organic polymeric-materials organic polymeric materials, such as silicon nitride, nitriding aluminum, and titanium nitride - CH-, -CO- (Ketone), -CONH- (Amide), -NH- (Imide), - As long as it is what has association (these association is cut by the exposure of light) of COO- (ester), -N=N- (azo), -CH=N- (CIF), etc., and the thing which has many these association especially, what kind of thing may be used. Moreover, organic polymeric materials may have aromatic hydrocarbon (1, two or more benzene rings, or condensed ring of those) in a constructive mood.

[0041] As an example of such organic polymeric materials, polyethylene, polyolefine like polypropylene, polyimide, a polyamide, polyester, polymethylmethacrylate (PMMA), polyphenylene sulfide (PPS), polyether sulphone (PES), an epoxy resin, etc. are mentioned.

F. As a metal metal, the alloy containing at least one of aluminum, Li, Ti, Mn, In, Sn, Y, La, Ce, Nd, Pr, Gd, Sm, or sorts of these is mentioned, for example.

[0042] In addition, stratum disjunctum can also consist of hydrogen content alloys. It is because hydrogen is emitted with the exposure of light and the exfoliation in stratum disjunctum is promoted by this, when a hydrogen content alloy is used for stratum disjunctum.

[0043] Moreover, stratum disjunctum can also consist of nitrogen content alloys. It is because nitrogen is emitted with the exposure of light and the exfoliation in stratum disjunctum is promoted by this, when a nitrogen content alloy is used for stratum disjunctum.

[0044] Furthermore, stratum disjunctum shall be consisted of multilayers. Multilayers shall consist of for example, an amorphous silicon film and a metal membrane formed on it. Even if there are few above-mentioned ceramics, metals, and organic polymeric materials as a material of multilayers, it can also constitute from a kind. Thus, if stratum disjunctum is constituted as multilayers or a film by the combination of a dissimilar material, the exfoliation in a detached core will be promoted by emission of the hydrogen gas and the nitrogen gas accompanying the exposure of light like the case of an amorphous silicon.

[0045] Although the thickness of stratum disjunctum 2 changes with terms and conditions, such as a presentation of the exfoliation purpose or stratum disjunctum 2, lamination, and the formation method, it is desirable that it is 1nm - about 20 micrometers, it is more desirable that it is 10nm - about 2 micrometers, and it is usually still more desirable that it is 40nm - about 1 micrometer. While the homogeneity of membrane formation can be maintained more and it is hard coming to generate nonuniformity in exfoliation so that the thickness of stratum disjunctum 2 is more large, and the power (quantity of light) of the light for securing the good detachability of stratum disjunctum 2 is small and ends so that thickness is more thin, it is because the time amount concerning the activity decreases more in case stratum disjunctum 2 is removed behind. In addition, as for the thickness of stratum disjunctum 2, it is desirable that it is uniform as much as possible.

[0046] That what is necessary is just the method of forming stratum disjunctum 2 by uniform thickness, the formation method of stratum disjunctum 2 is not limited especially, but is suitably chosen according to terms and conditions, such as a film presentation and thickness. For example, it CVD(s) (MOCVD and low voltage -- CVD and ECR-CVD are included). Vacuum evaporation, molecular beam deposition (MB), sputtering, ion plating, The various gaseous-phase forming-membranes methods, such as PVD, electroplating, immersion plating (dipping), various plating, such as electroless deposition, and the Langmuir pro jet (LB) -- law -- The applying methods, such as a spin coat, a spray coat, and a roll coat, various print processes, a replica method, an ink jet coating method, a powder jet process, etc. are mentioned, and it can also form or more [of these] combining two.

[0047] For example, when the presentation of stratum disjunctum 2 is an amorphous silicon (a-Si), it is desirable to form membranes by CVD especially low voltage CVD, or plasma CVD.

[0048] Moreover, when stratum disjunctum 2 is constituted from ceramics by the sol-gel method, or when it constitutes from organic polymeric materials, it is desirable the applying method and to form membranes with a spin coat especially.

[0049] In addition, although not shown in drawing 1 (a), according to the description of the element formation substrate 1 and stratum disjunctum 2, the interlayer aiming at improvement in both adhesion etc. may be prepared between a substrate 1 and stratum disjunctum 2. This interlayer is in the protective layer which protects a transferred layer physically or chemically for example, at the time of manufacture or use, an insulating layer, and a transferred layer, or demonstrates at least one of the functions as the barrier layer which prevents shift (migration) of the component from a transferred layer, and a reflecting layer.

[0050] This interlayer's presentation may be suitably chosen according to that purpose. For example, in the case of the interlayer formed between the stratum disjunctum and transferred layers which consisted of amorphous silicon, the oxidation silicon of SiO₂ grade is mentioned. Moreover, as other interlayers' presentation, a metal like the alloy which makes a principal component Pt, Au, W, Ta, Mo, aluminum, Cr, Ti, or these is mentioned, for example.

[0051] An interlayer's thickness is suitably determined according to the formation purpose. Usually, it is desirable that it is 10nm - about 5 micrometers, and it is more desirable that it is 40nm - about 1 micrometer. While the homogeneity of membrane formation can be maintained more and it is hard coming to generate nonuniformity in adhesion so that an interlayer's thickness is more large, it is because attenuation of the light which should be penetrated even to stratum disjunctum decreases more so that thickness is more thin.

[0052] As an interlayer's formation method, various kinds of methods explained by stratum disjunctum 2 are applicable. an interlayer comes out further, and forms, and also he can also form more than a bilayer using the same or two or more materials which have a different presentation.

[0053] Next, the element cambium 3 containing an element is formed on this stratum disjunctum 2. The circuit which consists of the active elements and passive elements of TFT and others, or those combination is included in the element cambium 3. That is, it is each element which is formed in the element cambium 3, or is the chip which has the function which became [integrated circuit] independent, or further, although the independent function in the middle of both does not do so, it is a portion of a circuit which functions independently by combining with other elements or a circuit. Therefore, there is no limitation in the structure and size.

[0054] Especially the thing for which the integrated circuit constituted from two or more thin films by the element cambium 3 is formed in this invention is desirable. A certain amount of elevated-temperature process is required of manufacture of a thin film, and the base material which forms a thin film needs to fulfill various conditions like the element formation substrate 1. On the other hand, it is possible that the final imprint substrate to produce commercially is a flexible substrate which has flexibility. Thus, although the requirements for which the last substrate is asked, and the conditions for which the substrate which manufactures a thin film is asked may conflict in manufacture of a thin film, if the imprint method of the element of this invention is applied, after manufacturing a thin film with the substrate which fulfills manufacture conditions, it is possible to imprint a thin film to the imprint

substrate which does not fulfill this manufacture condition.

[0055] As an example of such a thin film, besides TFT, for example, a thin-film diode, The optoelectric transducer (the photosensor, solar battery) and silicon resistance element which consist of PIN junction of silicon, Other thin film semiconductor devices, an electrode (example: a transparent electrode like ITO and a mesa film), Actuators, such as a switching element, memory, and a piezoelectric device, a micro mirror (piezo thin film ceramics), There are a micro MAG device which combined a magnetic-recording thin film head, a coil, an inductor, resistance, a capacitor, the charge of a thin film high magnetic-permiable material, and them, a filter, a reflective film, a dichroic mirror, etc.

[0056] Now, with the gestalt of this operation, it shall form in the element cambium 3 including a thin film transistor. That is, the element cambium 3 is equipped with thin film transistor T constituted by the wiring film 36 grade of the insulating layers 31, such as silicon oxide, the silicon layer 32 including the source drain field where the impurity was doped, the gate insulator layer 33, the gate wiring film 34, an interlayer insulation film 35, and a source drain as shown in drawing 1 (a).

[0057] To drawing 3, the manufacture method of the thin film transistor T concerned is illustrated as the manufacture method of the element cambium 3.

[0058] First, as shown in drawing 3 (a), SiO₂ film is made to deposit on the element formation substrate 1, and the insulating layer 31 which is a substrate layer is formed. As the formation method of SiO₂ film, the gaseous-phase depositing methods, such as a well-known method (PECVD law), for example, the plasma chemistry gaseous-phase depositing method, and a low voltage chemical-vapor-deposition method (LPCVD law), the sputtering method, are mentioned. For example, the insulating layer 31 with a thickness of 1 micrometer is formed by using the PECVD method. Subsequently, the silicon layer 32 is formed with the application of a well-known method, for example, the LPCVD method. Patterning of this silicon layer 32 is carried out, and it forms in the configuration of the semiconductor region of a thin film transistor.

[0059] next, it is shown in drawing 3 (b) -- as -- the gate insulator layer 33 of SiO₂ grade -- the predetermined manufacture method, for example, electron cyclotron resonance PECVD, -- law (ECR-CVD method) and the parallel plate PECVD -- law or LPCVD -- it forms in law.

[0060] next, it is shown in drawing 3 (c) -- as -- the predetermined gate -- public funds -- after forming the metal thin film of a group, for example, a tantalum, or aluminum by the sputtering method, the gate wiring film 34 is formed by carrying out patterning. And by using this gate wiring film 34 as a mask, the impurity ion used as a donor or an acceptor is driven in, and the source / drain field, and a channel field are produced in self align to the gate wiring film 34 in the silicon layer 32 by which patterning was carried out. For example, in order to produce an NMOS transistor, Lynn (P) is driven into the source / drain field by predetermined concentration, for example, the concentration of $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$, as an impurity element. Then, an impurity element is activated by irradiating impression of suitable energy, for example, XeCl excimer laser, by about two 400 mJ/cm from the exposure energy density 200, or heat-treating at the temperature of 250 to about 450 degrees C.

[0061] Next, as shown in drawing 3 (d), an interlayer insulation film 35 is formed in the upper surface of the gate insulator layer 33 and the gate wiring film 34 in about 500nm SiO₂ grade, the predetermined method, for example, PECVD method. Next, the contact hole which reaches the source / drain field is established in insulator layers 33 and 35, aluminum etc. is deposited on the periphery section of these contact holes and a contact hole, the predetermined method, for example, sputtering method, and patterning of the wiring film 36 is formed and carried out to it.

[0062] although thin film transistor T can be formed in the element cambium 3 at the above production process, such a formation method of an element can be adapted for versatility with the application of well-known technology.

[0063] In addition, as an insulating layer 31 which is a substrate layer prepared in contact with stratum disjunctum 2, although SiO₂ film is used, the insulator layer of others, such as Si₃N₄, can also be used. Although the thickness of this insulating layer 31 is suitably determined according to that formation purpose or the degree of a function which can be demonstrated, it is desirable that it is 10nm - about 5 micrometers, and it is usually more desirable that it is 40nm - about 1 micrometer. This insulating layer

31 is formed for the various purpose, for example, as it plays a role of said interlayer, it can also form it. That is, an insulating layer can also be formed so that at least one function in the function as the protective layer which protects the element formed in the element cambium 3 physically or chemically, an insulating layer, a conductive layer, the protection-from-light layer of a laser beam, the barrier layer for migration prevention, and a reflecting layer may be demonstrated.

[0064] In addition, also after separating stratum disjunctum, a bad influence from which an element cambium decomposes or the engine performance falls may not form such an insulating layer 31 in an inside case, but may form a direct element on stratum disjunctum 2.

[0065] Next, as shown in drawing 1 (b), on the element cambium 3, soluble adhesives, for example, water-soluble adhesives, are applied, and the adhesion film 4 is formed.

[0066] As adhesives of the adhesion film 4, liquid solubility adhesives are mentioned and especially water-soluble adhesives are suitable. As a suitable example of such adhesives, water, alcohol, an acetone, It dissolves comparatively easily with the solvent of ethyl acetate or toluene. An adhesion object can be used choosing it from the adhesives which can exfoliate suitably. For example, a polyvinyl alcohol system, an aquosity vinyl urethane system, acrylic, Many organic solvent fusibility adhesives, such as water-soluble adhesives, such as a polyvinyl pyrrolidone, an alpha olefin, a maleic-acid system, and photo-curing mold adhesives, acrylic adhesives, epoxy system adhesives, and silicone system adhesives, can be mentioned.

[0067] In the gestalt of this operation, the adhesives for forming the adhesion film 4 are applied only to the element cambium 3 to the temporary imprint substrate 5 or these both sides.

[0068] It can carry out using the methods using the thin film deposition system of a spin coat method and the ink jet method mentioned later as a generation method of this adhesion film, such as an ink jet coating method and print processes.

[0069] Next, the substrate 5 for a temporary imprint is laid on this, and the element formation substrate (element cambium 3) and the temporary imprint substrate 5 are made to rival. It is possible to use the glass substrate mentioned already as a temporary imprint substrate 5, for example.

[0070] Next, as shown in drawing 1 (c), a laser beam is irradiated from 1st substrate side 1 on the whole surface, for example. The gas which stratum disjunctum 2 is made to produce ablation, and is contained in stratum disjunctum 2 by this is made to emit, phase changes, such as melting and evapotranspiration, are further produced immediately after an exposure, and element formation substrate side 1 and the element cambium 3 are exfoliated. Thereby, the element cambium 3 is imprinted by the temporary imprint substrate 5.

[0071] The charge of a bridging (component of stratum disjunctum 2) which absorbed exposure light is excited photochemistry-wise or thermally, ablation means association of the atom of the surface and interior or a molecule being cut, and emitting here, and it mainly appears as a phenomenon in which all or a part of component of stratum disjunctum 2 produces phase changes, such as melting and evapotranspiration (evaporation). Moreover, by said phase change, it may be in a minute foaming condition and bonding strength may decline.

[0072] Conditions, such as a presentation of stratum disjunctum 2, and a class of light irradiated as one of the factor of the, wavelength, reinforcement, the attainment depth, are mentioned by in addition to this being influenced by various factors they are [whether stratum disjunctum 2 produces the exfoliation in a layer interfacial peeling is produced, or] the both.

[0073] As a light to irradiate, if stratum disjunctum 2 is made to start the exfoliation in a layer, and/or interfacial peeling, what kind of thing may be used, for example, an X-ray, ultraviolet rays, the light, infrared radiation (heat ray), a laser beam, a millimeter wave, microwave, an electron ray, radiation (alpha rays, beta rays, gamma ray), etc. will be mentioned.

[0074] Laser light is [that it is easy to produce exfoliation (ablation) of stratum disjunctum 2 also in it] desirable at the point in which the local irradiation of high degree of accuracy is possible. Laser light irradiates high power pulsed light through the element formation substrate 1 at stratum disjunctum, and it is coherent light and it is [it is highly precise and] suitable to make a request portion produce exfoliation. Therefore, the element cambium 3 can be made to exfoliate easily and certainly by use of

laser light.

[0075] As laser equipment made to generate this laser beam, although various gas laser, solid state laser (semiconductor laser), etc. are mentioned, excimer laser, Nd-YAG laser, Ar laser, a CO₂ laser, a CO laser, helium-Ne laser, etc. are used suitably.

[0076] As this laser light, the laser light which has the wavelength of 100nm - 350nm is desirable. Thus, while whenever [Mitsuteru ejaculation] is raised by using short-wavelength-laser light, exfoliation in stratum disjunctum 2 can be performed effectively.

[0077] As a laser light which fulfills above-mentioned conditions, an excimer laser can be mentioned, for example. An excimer laser is gas laser in which the laser optical output of the high energy of a short wavelength ultraviolet region is possible, and can output the laser light of four kinds of typical wavelength by using what combined rare gas (Ar, Kr, Xe, etc.) and halogen gas (F₂, HCl, etc.) as a laser medium (XeF=351nm, XeCl=308nm, KrF=248nm, ArF=193nm). Since it outputs high energy in a short wavelength region, extremely, excimer laser can make stratum disjunctum 2 produce ablation for a short time, and it can exfoliate the element cambium 3, without making an element etc. produce deterioration and damage, without making the temporary imprint substrate 5 and element formation substrate 1 grade which therefore adjoin produce most temperature rises.

[0078] Or when making stratum disjunctum 2 cause phase changes, such as a gas evolution, and sublimation, and giving a separation property to it, the wavelength of the laser light irradiated has desirable about 350 to 1200nm.

[0079] The laser light source and irradiation equipment which are widely used in the general processing fields, such as YAG and gas laser, can be used for such a laser light of wavelength, and it can perform an optical exposure cheaply and easily. Moreover, the element formation substrate 1 can extend whenever [option / of the element formation substrate 1] by using the laser light of the wavelength of such a light field that what is necessary is just light translucency.

[0080] Moreover, as for especially the energy density in the case of excimer laser, it is desirable the energy density of the laser beam irradiated and to consider as about two 10 - 5000 mJ/cm, and it is more desirable to consider as about two 100 - 500 mJ/cm. Moreover, as for irradiation time, it is desirable to be referred to as about 1 - 1000ns, and it is more desirable to be referred to as about 10 - 100ns. It is because a possibility of having a bad influence on an element etc. by the exposure light which penetrated stratum disjunctum 2, so that are easy to produce ablation etc., so that energy density is more high or irradiation time is more long, and are one side, and energy density is more low or irradiation time was more short can be reduced.

[0081] As for the exposure light represented by the laser beam, it is desirable to glare so that the reinforcement may become uniform. The direction of radiation of exposure light may be a direction which carried out the predetermined angle inclination not only to a perpendicular direction but to the stratum disjunctum 2 to stratum disjunctum 2.

[0082] Moreover, when the area of stratum disjunctum 2 is larger than the exposure area which is 1 time of exposure light, to all the fields of stratum disjunctum 2, it can divide into multiple times and exposure light can also be irradiated. Moreover, the same part may be irradiated twice or more. Moreover, the exposure light (laser beam) of a different class and different wavelength (wavelength region) may be irradiated twice or more to the same field or a different field.

[0083] In addition, there is the method of forming the interlayer who mentioned [tantalum / (Ta)] above on stratum disjunctum 2, for example as a cure in case the exposure light which penetrated stratum disjunctum 2 reaches even an element and does a bad influence. Or the insulator layer 31 used as the substrate of an element cambium may be formed so that the function as an interlayer may be done so. Thereby, it is completely reflected by the interface of a metal membrane, and the laser light which penetrated stratum disjunctum 2 does not have a bad influence on the element above it.

[0084] In addition, it is desirable for the exfoliation residue of stratum disjunctum 2 to have adhered to the background of the element cambium 3 which exfoliated, and to remove this completely on it. The method for removing the extant stratum disjunctum 2 can be suitably chosen from methods, such as washing, etching, ashing, and polishing, or the method which combined these, and can be adopted.

Furthermore, the stratum disjunctum 2 adhering to the surface of the substrate 1 separated from the element cambium 3 can also be removed by the same method as this, and can present reclamation (recycle) with the element formation substrate 1 by this.

[0085] Next, as shown in drawing 1 (d), apply the resin material of a liquid to homogeneity all over the substrate side of the element cambium 3, it is made to harden by the suitable method according to a resin material, for example, heat curing, photo-curing, neglect, etc., and the resin substrate 6 is formed.

[0086] As this resin material, one sort in thermofusion resin polyester system resin, such as polyolefine system resin (polyethylene, polypropylene, EVA, etc.), epoxy system resin, fluorine system resin, and carboxyl group content acrylic resin, acrylate system resin, silicone system resin, etc. or two sorts or more can be mixed and used. Spreading of resin is suitably chosen from various things, such as a spin coat method, the roll coat method, and a spray method.

[0087] Although especially the material of the resin substrate 6 is not limited, compared with said substrate 1, properties, such as thermal resistance and corrosion resistance, may be inferior in it. It is because this resin substrate 6 is formed after formation of the element as which high temperature is required, so it is not dependent on the temperature conditions at the time of formation of the element cambium 3 etc.

[0088] Therefore, when the maximum temperature at the time of formation of the element cambium 3 is set to T_{max} , a phase transition point (T_g) or softening temperature can use the following [T_{max}] as a component of the resin substrate 6. For example, a phase transition point (T_g) or softening temperature can constitute more preferably 800 degrees C or less 500 degrees C or less from a material 320 degrees C or less still more preferably as a resin substrate 6.

[0089] Thus, in order that there may be no use limit of the material by temperature in the resin substrate 6, the width of face of material selection is wide, for example, tends to unite the thermal-expansion nature of an element cambium and a resin substrate etc. Therefore, the structure which the curvature or crack by pyrexia cannot produce easily can be formed, and thermal resistance can be raised.

[0090] Although it is desirable to be formed so that it may have a certain amount of rigidity (reinforcement) as a mechanical property of the resin substrate 6, you may have flexibility and elasticity to some extent. Thus, if the resin substrate which has flexibility is used, in a rigid high glass substrate, an outstanding property which is not acquired is realizable. Therefore, in this invention, a pliant and light and electro-optic device strong also against the impact of fall is realizable by manufacturing an electro-optic device, using the last substrate with flexibility.

[0091] As a formation material of such a resin substrate 6, various synthetic resin is desirable. As synthetic resin, any of thermoplastics and thermosetting resin are sufficient. For example, polyethylene, a polypropylene, an ethylene-pre pyrene copolymer, Polyolefines, such as an ethylene-vinylacetate copolymer (EVA), annular polyolefine, Denaturation polyolefine, a polyvinyl chloride, a polyvinylidene chloride, polystyrene, A polyamide, polyimide, polyamidoimide, a polycarbonate, Poly (4-methyl BENTEN -1), An ionomer, acrylic resin, polymethylmethacrylate, an acrylic-styrene copolymer (AS resin), Butadiene Styrene, a polyo copolymer (EVOH), polyethylene terephthalate (PET), Polyester, such as polyp CHIREN terephthalate (PBT) and polycyclohexane terephthalate (PCT), A polyether, a polyether ketone (PEK), a polyether ether ketone (PEEK), Polyether imide, polyacetal (POM), polyphenylene oxide, Denaturation polyphenylene oxide, polyarylate, aromatic polyester (liquid crystal polymer), Polytetrafluoroethylene, polyvinylidene fluoride, other fluorine system resin, A styrene system, a polyolefine system, a polyvinyl chloride system, a polyurethane system, Various thermoplastic elastomer, such as a fluororubber system and a chlorinated polyethylene system, EBOKISHI resin, phenol resin, a urea resin, melamine resin, unsaturated polyester, The copolymer which is mainly concerned with these, a blend object, a polymer alloy, etc. are mentioned, and silicone resin, polyurethane, etc. can be used combining 1 of sorts of these, and two sorts or more (as a layered product for example, more than two-layer).

[0092] As glass material, silicic-acid glass (quartz glass), silicic-acid alkali glass, soda lime glass, potash lime glass, lead (alkali) glass, barium glass, borosilicate glass, etc. are mentioned, for example. Among these, compared with silicic-acid glass, the melting point is low, and shaping and processing are also

comparatively easy the melting point, and, moreover, things other than silicic-acid glass have it, and are desirable. [cheap]

[0093] Since the final substrate consists of resin, the various advantages that material cost and a manufacturing cost are also cheap are enjoyable. Therefore, use of such synthetic resin is advantageous when manufacturing a large-sized and cheap device (for example, liquid crystal display).

[0094] However, if there is a price merit in the ease of carrying out of the same molding as synthetic resin, it is possible to use other materials.

[0095] Although the thickness of the resin substrate 6 is chosen as the thickness according to conditions, such as reinforcement after hardening of resin, thickness of the element cambium 3 to imprint, area, and reinforcement, it is desirable to make it 50 micrometers - about 1000 micrometers for example, and it is still more desirable to make it 100 micrometers - about 400 micrometers. It is because a glue line is eliminated and one of the advantages of this invention of making thickness of the whole final product thin decreases, so that a resin substrate is thick, and it becomes impossible to collateralize the reinforcement in a final product so that a resin substrate is thin.

[0096] In addition, it is desirable to use the adhesion sheet with which resin substrate 6 was taken and continuation formation of the resin material was carried out in the configuration suitable on a flexible film. Since continuation supply can do an adhesion sheet, a procedure becomes easy and it is because the effectiveness on manufacture is good.

[0097] Next, as shown in drawing 1 (e), rinsing etc. dissolves the adhesion film 4 with the solvent (water and organic solvent) according to the property of adhesives, and the temporary imprint substrate 5 is separated from the element cambium 3.

[0098] According to the above production process, hardenability resin can be applied to the element cambium formation 3, it can consider as the imprint substrate 6, and a semiconductor device can be relatively formed in the plastic resin substrate 6 with a heat-resistant low temperature. Such a manufacture process of a semiconductor device is convenient when applying to the manufacturing process of a liquid crystal display or an EL panel.

[0099] That is, according to the gestalt of operation of the 1st of this invention, the thickness of a semiconductor device decreases without a glue line like equipment before between an imprint substrate and an element cambium. The room of material selection tends to unite breadth, thermal-expansion nature, etc. that what is necessary is just to choose in consideration of qualities with an element cambium, such as an adhesive property, as a material of the resin substrate used as the substrate of an element cambium. In the final product which made conditions, such as coefficient of thermal expansion, match, it will be hard to produce the curvature and crack by pyrexia, and thermal resistance will improve.

[0100] If this invention is applied when substrate area must be especially enlarged like [according to the gestalt of operation of **** 1 / in case a final product is a large-sized display unit], a thin resin substrate will be used for a final product, manufacturing the pixel circuit of a active-matrix substrate with a large area on a comparatively thick and strong element formation substrate. That is, both the requirements that conflict the time of manufacture and on a product can be satisfied as a thin product can finally be manufactured, performing manufacture stabilized without producing a crack and a fault in an element cambium.

[0101] Moreover, since it decided to use the layer formed by resin as a substrate which finally supports the whole circuit according to the gestalt of operation of **** 1 when sticking the last substrate with adhesives etc. separately by the conventional imprint method, it is possible to manufacture a sharply thin final product by the conventional imprint method.

[0102] (Gestalt of the 2nd operation) According to the gestalt of operation of the 2nd of this invention, resin is applied and stiffened on an element cambium, and it considers as an imprint substrate, and is related with the 2nd imprint method which removed the original substrate. It is the imprint method which omitted the necessity of sticking especially the substrate of an imprint place.

[0103] Drawing 2 (a) thru/or this drawing (e) show the manufacture process (production process) of the element and the circuit board concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention. The same

sign is given to the gestalt of said 1st operation, and a corresponding portion, and the explanation is omitted. With the gestalt of this 2nd operation, use of the temporary imprint substrate 5 is excluded and the count of an imprint is 1 time.

[0104] First, as shown in drawing 2 (a), stratum disjunctum 2 is formed on the heat-resistant element formation substrates 1, such as a quartz. Stratum disjunctum 2 has the property for separation to arise and to exfoliate in the interior, if the exposure of heat, light, etc. is received as mentioned above. It is as the gestalt of said 1st operation having explained as a demarcation membrane 2, for example, it is possible to use the amorphous silicon (a-Si) containing hydrogen.

[0105] The element cambium 3 by which electric elements, such as a thin film transistor, were formed on this stratum disjunctum 2 is formed. The element cambium 3 is as the gestalt of said 1st operation having explained, for example, is constituted by the wiring film 36 grade of the insulating layers 31, such as silicon oxide, a silicon layer including the source drain field where the impurity was doped, the gate insulator layer 33, the gate wiring film 34, an interlayer insulation film 35, and a source drain.

[0106] Next, as shown in drawing 2 (b), apply the heat of a liquid, or the resin material of a photoresist to homogeneity the whole surface on the element cambium 3, it is made to harden by the suitable method according to a resin material, and the resin substrate 6 is formed. About this resin material, it is as the gestalt of said 1st operation having explained, for example, use of various resin, such as acrylic resin and silicon system resin, is possible, and it chooses suitably. Spreading of resin is chosen suitably from various things, such as a spin coat method, the roll coat method, and a spray method. It is possible to perform hardening of resin by light, the exposure of heat, etc.

[0107] The mechanical strength of the resin substrate 6 and the conditions of thickness can be considered to be the gestalten of said 1st operation the same way.

[0108] Next, as shown in drawing 2 (c), from element formation substrate side 1, for example, irradiate a laser beam on the whole surface, molecule-ize the hydrogen of stratum disjunctum 2, it is made to dissociate from association of a crystal, and element formation substrate side 1 and the element cambium 3 are exfoliated. Thereby, the element cambium 3 is imprinted by the imprint substrate 6. About the exposure of a laser beam, it is as the gestalt of said 1st operation having explained, for example, excimer laser is used.

[0109] Next, as shown in drawing 2 (d), patterning of the insulator layer 31 by the side of the substrate of the element cambium 3 is carried out, for example, the opening of the contact hole of an about 20-30-micrometer diameter is carried out. Patterning can apply dropping of the etching reagent by the photolithography or the ink jet method, laser etching, etc.

[0110] Next, as shown in drawing 2 (e), the laminating of ITO7 of a wiring and the electrode of arbitration, for example, a transparent electrode, is carried out to the background of the element cambium 3, it carries out patterning to it, and a pixel electrode, a terminal electrode, etc. are formed in it. Such the circuit board is used as an electro-optic device, for example, a liquid crystal display, and an EL drop.

[0111] thus, imprint formation of the element cambia 3, such as an electronic circuitry, is carried out at the resin substrate 6, without according to the gestalt of the 2nd operation, doing so the same effect as the gestalt of said 1st operation, and also passing through the production process which uses the temporary imprint substrate 5.

[0112] In addition, wiring on the background of drawing 2 (d) and the element cambium in (e) does not need to be indispensable, and neither a contact hole nor wiring needs to exist.

[0113] Since the layer which could not but be a glue line is especially used by the conventional imprint method as a substrate which finally supports the whole circuit according to the gestalt of operation of **** 2, it is possible to manufacture a sharply thin final product by the conventional imprint method.

[0114] (Gestalt of the 3rd operation) The gestalt of operation of **** 3 is an integrated circuit manufactured by the imprint method concerning the gestalt of said the operation of each, and is the circuit board.

[0115] The integrated circuit in the gestalt of this operation is related with the static RAM which is LSI formed by the imprint method of the element in this invention. the part in the A-A cutting plane of

drawing 4 (a) at the time of applying the gestalt of the 1st operation of the plan of the integrated circuit concerning the gestalt of this operation to drawing 4 (b) to drawing 4 (a) -- a part of case where the gestalt of the 2nd operation is applied to a cross-section enlarged view and (c) -- a cross-section enlarged view is shown.

[0116] As shown in drawing 4 (a), the integrated circuit 100 concerned is equipped with each block of the memory cell array 101, an address buffer 102, the line decoder 103, the WORD driver 104, an address buffer 105, the train decoder 106, the train selecting switch 107, the I/O circuit 108, and a control circuit 109. The circuit centering on a thin film transistor is formed in each block, and wiring by carrying out patterning of the metal layer is formed between mutual blocks.

[0117] Drawing 4 (b) is a cross section at the time of manufacturing with the application of the gestalt of said 1st operation, and manufacturing the integrated circuit 100 concerned, and shows the neighborhood in which p mold MOS transistor T_p and n mold MOS transistor T_n are formed. As shown in the cross section concerned, the resin substrate 6 is formed in the element cambium 3 bottom. The protective layer 202 grade for the element cambium 3 to protect the silicon layer 200 used as a substrate, the wiring layer 201 in which many elements and the layer structure of wiring were formed, and the upper surface is formed.

[0118] The well field 210 and an impurity are introduced into a wiring layer 201, and the circuit is formed in it of the semiconductor region 211 which forms the source or a drain, the gate insulator layer 212, the gate wiring film 213, the interlayer insulation film 214, and the metal wiring layer 215 grade. Such layer structure can be formed in the same procedure as formation of the thin film transistor in the gestalt of said 1st operation.

[0119] A protective layer 202 is a film for protecting a wiring layer 201, when the gestalt of the 1st operation is used, in order to make it collateralize with the lower layer resin substrate 6, if a mechanical strength is the thickness of the degree which can protect a wiring layer 201, is enough and does not need to form it thickly.

[0120] Drawing 4 (c) is a cross section at the time of manufacturing with the application of the gestalt of said 2nd operation, and manufacturing the integrated circuit 100 concerned, and is formed like drawing 4 (b) about the silicon layer 200 and a wiring layer 201. However, since the resin substrate 6 is formed in the upper surface of a wiring layer 201 here, the function as a protective layer in which this resin substrate 6 protects a wiring layer 201 to coincidence is also made to serve a double purpose. That is, the material is chosen and thickness is set up so that the resin substrate 6 may be equipped with the reinforcement as a substrate main part other than the viewpoint as a protective layer.

[0121] Moreover, as the gestalt of said 2nd operation explained, it is also possible to form the metal wiring layer 216 on a background for a part or all of the metal wiring layer 215 that is prepared in a wiring layer 201.

[0122] As mentioned above, according to the gestalt of operation of **** 3, the same effect as the gestalt of said the operation of each is done so. Especially, although various kinds of elements were formed on the silicon wafer, a circuit is accumulable in the conventional integrated circuit, on the silicon layer of structure thinner than a silicon wafer by applying this invention. That is, the element cambium 3 can be sharply made thin by forming a wiring layer 201, after forming the silicon layer 200 of a degree which may function as a semiconductor device on stratum disjunctum 2 by the predetermined method, for example, a spatter etc.

[0123] (Gestalt of the 4th operation) The gestalt of operation of the 4th of this invention is related with the electro-optic device containing the active-matrix mold circuit board constituted by arranging the element manufactured by the imprint method of the element concerning the gestalt of said operation to two or more pixel electrodes arranged at two dimensions.

[0124] The connection diagram of the electro-optics (display) equipment 40 in the gestalt of operation of **** 4 is shown in drawing 5. The displays 40 of the gestalt of this operation are electric field to each pixel field G. From the driver field 41, the scanning line V_{sel} and the luminescence control line V_{gp} are supplied to each pixel field G. From the driver field 42, data-line I_{data} and the power supply line V_{dd} are supplied to each pixel field G. By controlling the scanning line V_{sel} and data-line I_{data} , the current

program over each pixel field G is performed, and luminescence by the light-emitting part OLED is controllable.

[0125] In addition, the above-mentioned active-matrix mold circuit is an example of the circuit in the case of using electroluminescence devices for a luminescence element, and other circuitry is possible for it. Moreover, it is possible when using a liquid crystal display element also changes various circuitry into a luminescence element.

[0126] Manufacture of the electro-optic device in the gestalt of this operation is performed with the application of either method of the imprint method in the gestalt of the 1st operation, and the method of the imprint in the gestalt of the 2nd operation. That is, the substrate which forms a resin substrate like the gestalt of the 1st operation, and is applied to an imprint after forming the circuit of a active-matrix mold including a pixel field on an element formation substrate is removed, or after making an element cambium lock form and harden a resin layer like the gestalt of the 2nd operation, the substrate concerning an imprint is removed.

[0127] According to the gestalt of operation of **** 4, in order to apply the imprint method of this invention to manufacture of such the active-matrix mold circuit board and an electro-optic device, the effect in the gestalt of the above 1st or the 2nd implementation and the same effect are done so.

[0128] Especially, when it is an electro-optic device using the active-matrix mold circuit board of a large area like a large-sized display unit, or it according to the gestalt of operation of **** 4, circuit structure can be prepared in a resin substrate thin to a final product, manufacturing the circuit board with a large area on a comparatively thick and strong element formation substrate. Therefore, both the requirements that conflict the time of manufacture and on a product can be satisfied as a thin product can finally be manufactured, performing manufacture stabilized without producing a crack and a fault to a pixel field.

[0129] Moreover, since the circuit board which makes the structure the substrate formed by thin resin and a layer in a final product can be used according to the gestalt of operation of **** 4, it is possible to manufacture a sharply thin final product compared with the conventional circuit board and a conventional electro-optic device.

[0130] (Gestalt of the 5th operation) The gestalt of operation of **** 5 is related with the electronic equipment manufactured by the imprint method concerning the gestalt of said the operation of each.

[0131] The electronic equipment in the gestalt of this operation is constituted at least in preparation for a part in the circuit board formed by the imprint method of the element in this invention.

[0132] The example of the electronic equipment in the gestalt of this operation is given to drawing 6 (a) - drawing 6 (f).

[0133] Drawing 6 (a) is the example of the cellular phone manufactured by the imprint method of this invention, and the cellular phone 110 concerned is equipped with an electro-optic device (display panel) 111, the voice output section 112, the voice input section 113, a control unit 114, and the antenna section 115. The imprint method of this invention is applied to a display panel 111 or the circuit board built in.

[0134] Drawing 6 (b) is the example of the video camera manufactured by the imprint method of this invention, and the video camera 120 concerned is equipped with an electro-optic device (display panel) 121, a control unit 122, the voice input section 123, and the television section 124. The imprint method of this invention is applied to a display panel 121 or the circuit board built in.

[0135] Drawing 6 (c) is the example of the pocket mold personal computer manufactured by the imprint method of this invention, and the computer 50 concerned is equipped with an electro-optic device (display panel) 131, a control unit 132, and the camera section 133. The imprint method of this is applied to a display panel 131 or the circuit board built in.

[0136] Drawing 6 (d) is the example of a head mount display, and the head mount display 140 concerned is equipped with an electro-optic device (display panel) 141, the optical-system stowage 142, and the band section 143. The imprint method of this invention is applied to a display panel 141 or the circuit board built in.

[0137] Drawing 6 (e) is the example of the rear mold projector manufactured by the imprint method of this invention, and the projector 150 concerned is equipped with an electro-optic device (optical

modulator) 151, the light source 152, the synthetic optical system 153, mirror 154 and 155 mirror, and the screen 157 in the case 156. The imprint method of this invention is applied to an optical modulator 151 or the circuit board built in.

[0138] Drawing 6 (f) is the example of the front mold projector manufactured by the imprint method of this invention, the projector 160 concerned is equipped with an electro-optic device (source of image display) 161, and optical system 162 in a case 163, and the display of it on a screen 164 is attained in the image. The imprint method of this invention is applied to the source 161 of image display, or the circuit board built in.

[0139] The imprint method not only concerning the above-mentioned example but this invention is applicable to all the electronic equipment using an element or a circuit. For example, in addition to this, it is utilizable for a fax machine with a display function, the finder of a digital camera, the pocket mold TV, DSP equipment, PDA, an electronic notebook, the lightning notice board, the display for an advertisement public notice, etc.

[0140] The imprint method ***** concerning this invention and the same effect as the gestalt of said 1st operation are done so. That is, since it becomes possible for a glue line not to intervene between element nature stratification and an imprint substrate like before, but to obtain a very thin thin-film device, it is suitable to offer the circuit board which constitutes a thin portable electronic device.

[0141] (Gestalt of the 6th operation) The gestalt of operation of ***** 5 is related with the IC card as a suitable example of the electronic equipment in the gestalt of said 4th operation.

[0142] The outline perspective diagram of the IC card in the gestalt of this operation is shown in drawing 7. As shown in drawing 7, this IC card 170 is equipped with a display panel 171, the fingerprint detector 173, the external terminal 174, a microprocessor 175, memory 176, a communication circuit 177, and the antenna section 178 on the circuit board built in the main part 172.

[0143] The imprint method ***** concerning this invention and the same effect as the gestalt of said 1st operation are done so. That is, since it becomes possible for a glue line not to intervene between element nature stratification and an imprint substrate like before, but to obtain a very thin thin-film device, it is suitable for especially the electronic equipment that needs to be used as the very thin circuit board like an IC card.

[0144] In addition, the imprint method of this invention is not limited to the above IC cards, but can be applied to the equipment which needs a thin substrate, for example, a bill, a credit card, a prepaid card, etc.

[0145]

[Effect of the Invention] Since the element cambium in which a thin film transistor etc. is formed is made to apply and harden resin in this invention and this is made into the resin substrate of an element as explained above, a glue line does not intervene between an element cambium and an imprint substrate like before, but it becomes possible to obtain a very thin thin-film device. Moreover, the room of material selection spreads and is [that what is necessary is just to take into consideration an adhesive quality with an element cambium] desirable [hardenability resin]. Moreover, since the glue line by the adhesives applied on the element cambium is used as a substrate which finally supports the whole circuit according to this invention, it is possible to manufacture a sharply thin final product by the conventional imprint method.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 is a manufacturing process cross section explaining the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] Drawing 2 is a manufacturing process cross section explaining the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 3] Drawing 3 is a manufacturing process cross section explaining the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 4] a part of case where drawing 4 is the example of the integrated circuit concerning this invention, are a cross-section enlarged view a part when drawing 4 (a) applies the plan and (b) applies the gestalt of the 1st operation, and (c) applies the gestalt of the 2nd operation -- it is a cross-section enlarged view.

[Drawing 5] Drawing 5 is the connection diagram of the active-matrix mold substrate concerning this invention, and an electro-optic device.

[Drawing 6] Drawing 6 is the example of the electronic equipment concerning this invention, and, for a video camera and drawing 6 (c), a pocket mold personal computer and drawing 6 (d) are [drawing 6 (a) / a cellular phone and drawing 6 (b) / a rear mold projector and drawing 6 (f) of a head mount display and drawing 6 (e)] the examples of application to a front mold projector.

[Drawing 7] Drawing 7 is an outline perspective diagram explaining the structure of the IC card concerning this invention.

[Description of Notations]

- 1 Element Formation Substrate
 - 2 Exfoliation (Separation) Layer
 - 3 Element Cambium
 - 4 Glue Line (Solubility)
 - 5 Temporary Imprint Substrate
 - 6 Imprint Substrate
-

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. * ** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An imprint method of an element characterized by providing the following A production process which forms a detached core in which bonding strength will become weaker if fixed conditions are given on an element formation substrate for forming an element A production process which forms an element cambium containing an element on said detached core A production process joined to a temporary imprint substrate through a junctional zone which can dissolve said element cambium The production process which weakens bonding strength of said detached core, separates said element cambium from said element formation substrate, and moves this to said temporary imprint substrate side, the production process which apply resin on said element cambium moved to said temporary imprint substrate, harden this, and form an imprint substrate, and the production process which dissolve said junctional zone and separate said temporary imprint substrate from said imprint substrate

[Claim 2] An imprint method of an element characterized by providing the following A production process which forms a detached core in which bonding strength will become weaker if fixed conditions are given on an element formation substrate for forming an element A production process which forms an element cambium containing an element on said detached core A production process which applies resin on said element cambium, hardens this, and forms an imprint substrate A production process which weakens bonding strength of said detached core, exfoliates said element formation substrate from said element cambium, and moves said element cambium to said imprint substrate side

[Claim 3] Furthermore, an imprint method of an element including a production process which carries out the opening of the contact hole to said element cambium, and forms a wiring layer or an electrode layer according to claim 1 or 2.

[Claim 4] Said detached core is the imprint method of an element according to claim 1 or 2 which consists of materials into which bonding strength between atoms or between molecules disappears or decreases by the exposure of light.

[Claim 5] Said detached core is the imprint method of an element according to claim 1 or 2 which consists of multilayers.

[Claim 6] Said detached core is the imprint method of an element according to claim 1 or 2 constituted with an amorphous silicon, silicon nitride, and one or more materials chosen from a group which consists of a metal.

[Claim 7] Said detached core is the imprint method containing hydrogen of an element according to claim 1 or 2.

[Claim 8] Said junctional zone is the imprint method of an element according to claim 1 which is liquid solubility adhesives.

[Claim 9] A manufacture method including each production process of an imprint method of an element according to claim 1 or 2 of an element.

[Claim 10] An integrated circuit manufactured by the imprint method of an element according to claim 1 or 2.

[Claim 11] The circuit board manufactured by the imprint method of an element according to claim 1 or

2.

[Claim 12] The circuit board constituted by arranging an element by two or more pixel electrodes which are manufactured by the imprint method of an element according to claim 1 or 2, and which have been arranged at two dimensions.

[Claim 13] An electro-optic device which used said circuit board according to claim 12.

[Claim 14] Electronic equipment manufactured by the imprint method of an element according to claim 1 or 2.

[Claim 15] An IC card manufactured by the imprint method of an element according to claim 1 or 2.

[Translation done.]

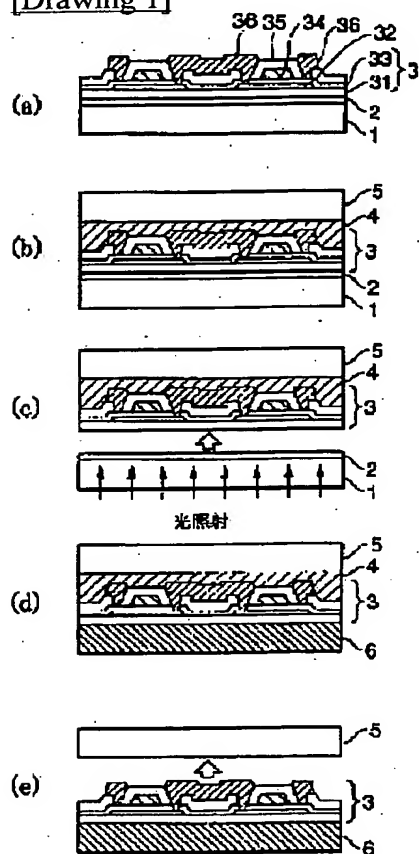
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

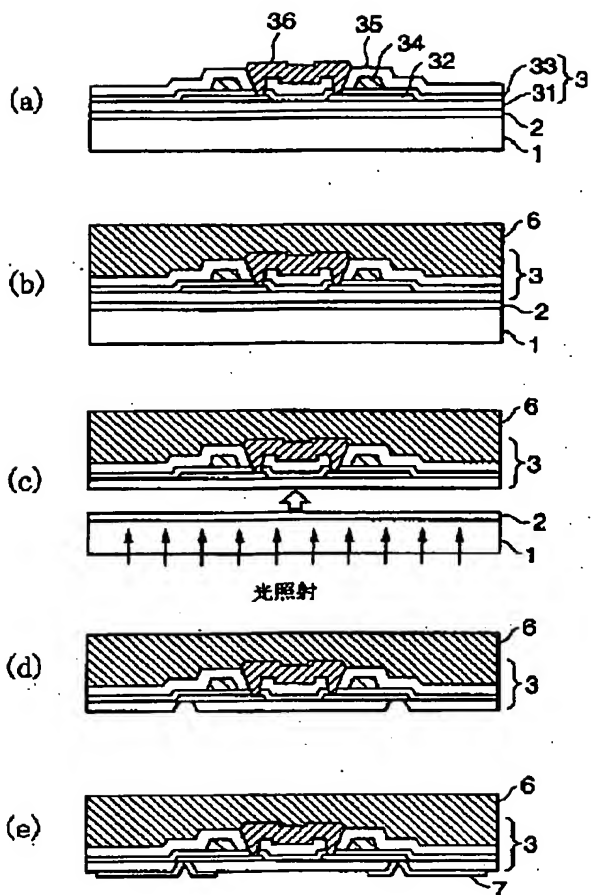
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

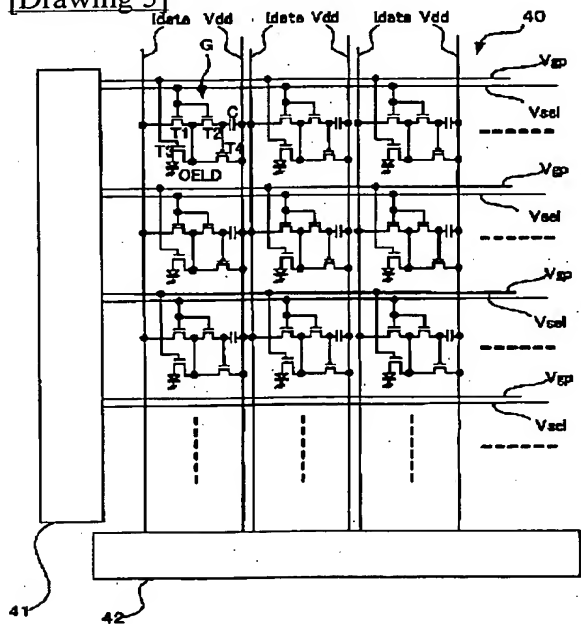
[Drawing 1]



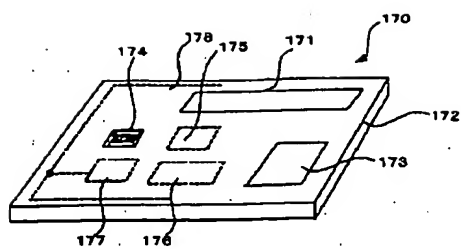
[Drawing 2]



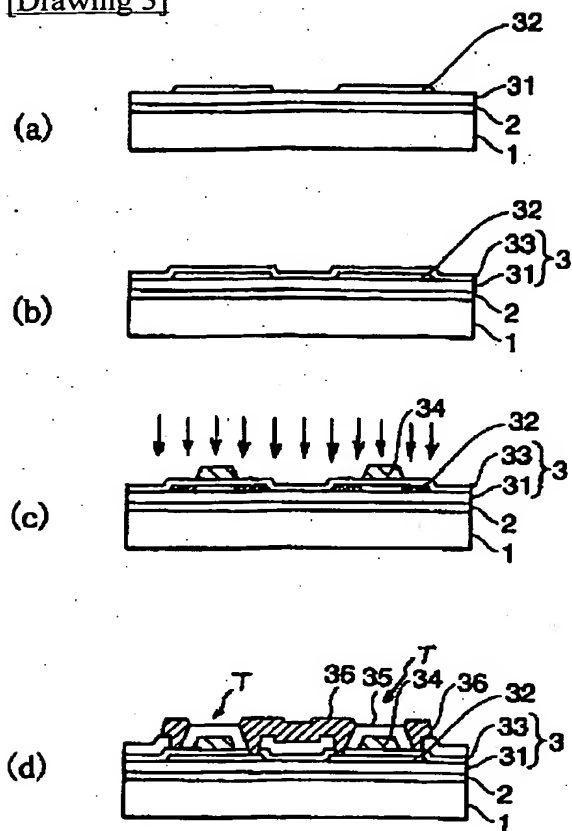
[Drawing 5]



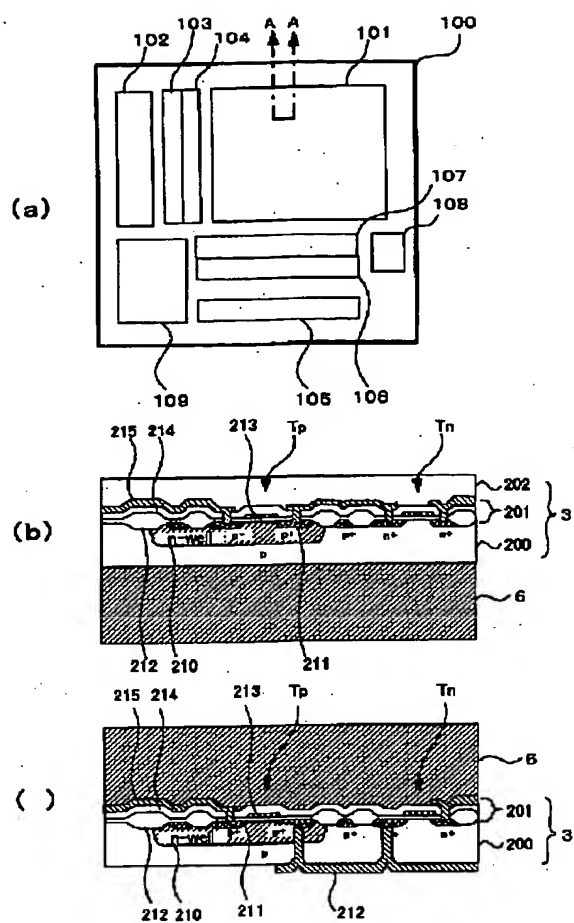
[Drawing 7]



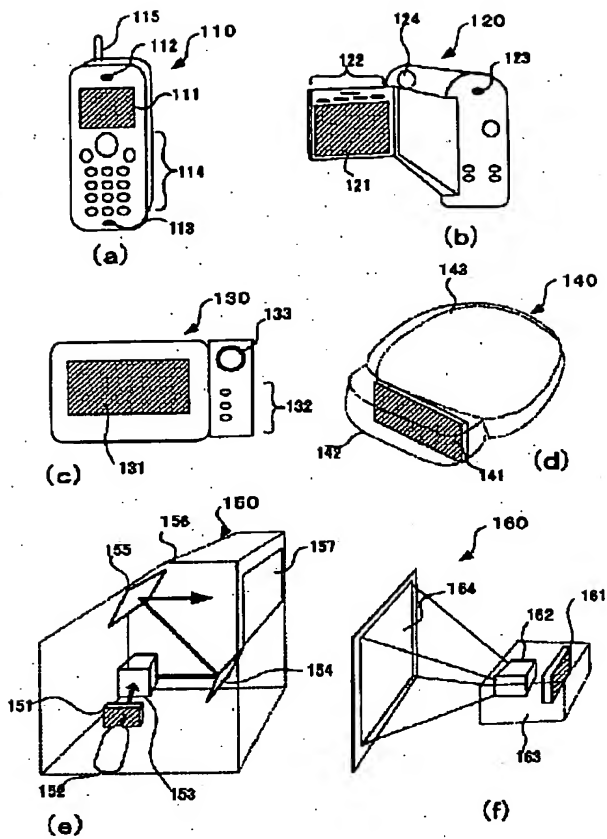
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-142666

(P2003-142666A)

(43) 公開日 平成15年5月16日 (2003.5.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト [*] (参考)
H 0 1 L 27/12		H 0 1 L 27/12	B 2 H 0 9 2
G 0 2 F 1/1368		G 0 2 F 1/1368	5 F 0 3 2
H 0 1 L 21/336		H 0 1 L 27/08	3 3 1 E 5 F 0 4 8
21/762		29/78	6 2 7 D 5 F 0 8 3
21/8238			6 1 3 A 5 F 1 1 0
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-214283 (P2002-214283)

(22) 出願日 平成14年7月23日 (2002.7.23)

(31) 優先権主張番号 特願2001-223434 (P2001-223434)

(32) 優先日 平成13年7月24日 (2001.7.24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 宇都宮 純夫

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100079108

弁理士 稲葉 良幸 (外2名)

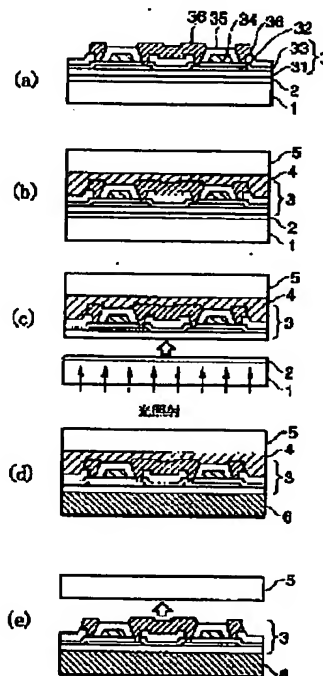
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 素子の転写方法、素子の製造方法、集積回路、回路基板、電気光学装置、I Cカード、及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】 剥離転写技術を用いて、可撓性、耐衝撃性に優れた基板を半導体素子上に直接形成可能な半導体装置の製造方法を提供する。製造される半導体装置に接着層を含まないようにした半導体装置を提供する。

【解決手段】 素子形成基板(1)上に分離層(2)を形成し、分離層上に電気素子を含む素子形成層(3)を形成し、素子形成層を溶解可能な接合層(4)を介して仮転写基板(5)に接合し、分離層の結合力を弱めて素子形成基板から素子形成層を分離し、これを仮転写基板(5)側に移動し、仮転写基板(5)に移動された素子形成層(3)上に硬化性樹脂(6)を塗布し、これを硬化して転写基板(6)を形成し、接合層(4)を溶解して転写基板(6)から仮転写基板(5)を分離する。それにより、素子形成層(3)上に直接転写基板を形成する構造が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】素子を形成するための素子形成基板上に、一定条件を付与されると結合力が弱まる分離層を形成する工程と、

前記分離層上に素子を含む素子形成層を形成する工程と、

前記素子形成層を溶解可能な接合層を介して仮転写基板に接合する工程と、

前記分離層の結合力を弱めて前記素子形成基板から前記素子形成層を分離し、これを前記仮転写基板側に移動する工程と、

前記仮転写基板に移動された前記素子形成層上に樹脂を塗布し、これを硬化して転写基板を形成する工程と、前記接合層を溶解して前記転写基板から前記仮転写基板を分離する工程と、を含む、素子の転写方法。

【請求項 2】素子を形成するための素子形成基板上に、一定条件を付与されると結合力が弱まる分離層を形成する工程と、

前記分離層上に素子を含む素子形成層を形成する工程と、

前記素子形成層上に樹脂を塗布し、これを硬化して転写基板を形成する工程と、

前記分離層の結合力を弱めて前記素子形成層から前記素子形成基板を剥離し、前記素子形成層を前記転写基板側に移動する工程と、

を含む、素子の転写方法。

【請求項 3】更に、前記素子形成層にコンタクトホールを開口して配線層または電極層を形成する工程と、を含む請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法。

【請求項 4】前記分離層は、光の照射によって原子間または分子間の結合力が消失または減少する材料で構成されている、請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法。

【請求項 5】前記分離層は多層膜からなる、請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法。

【請求項 6】前記分離層は、アモルファスシリコン、窒化シリコン、及び金属からなる群から選ばれる 1 以上の材料により構成されている、請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法。

【請求項 7】前記分離層は水素を含む、請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法。

【請求項 8】前記接合層は、液体溶解性接着剤である、請求項 1 に記載の素子の転写方法。

【請求項 9】請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法の各工程を含んでいる、素子の製造方法。

【請求項 10】請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法によって製造される集積回路。

【請求項 11】請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法によって製造される回路基板。

【請求項 12】請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方

法によって製造される、二次元に配置された複数の画素電極に素子を配置して構成される回路基板。

【請求項 13】請求項 12 に記載の前記回路基板を使用した電気光学装置。

【請求項 14】請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法によって製造される電子機器。

【請求項 15】請求項 1 または 2 に記載の素子の転写方法によって製造される IC カード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、薄膜素子の基板間転写技術を使用した半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示器 (LCD) パネル、エレクトロルミネッセンス (EL) 表示器のような半導体応用装置では、変形や落下による壊れ防止、コスト引き下げ等の理由などにより下地基板にプラスチック基板を使用することが望ましい場合がある。

【0003】しかし、パネル型の表示器に使用される薄膜トランジスタの製造では高温プロセスを使用するが、プラスチック基板や、EL 素子等の回路素子には高温に耐えられないものがある。

【0004】そこで、出願人は高温プロセスを含む従来の半導体製造技術によって半導体装置を耐熱の基礎基板上に製造した後、該基板から半導体装置が形成されている素子形成膜 (層) を剥離し、これをプラスチック基板に貼り付けることによって半導体応用装置を製造する転写技術を提案している。例えば、特開平 10-125929 号、特開平 10-125930 号、特開平 10-125931 号に「剥離方法」等として詳細に説明されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記剥離技術を使用して製造した半導体装置は、薄膜トランジスタ等の素子形成層、接着剤が塗布された接着層、プラスチック基板という構成を含むが、上記接着剤の膜厚が 10~100 μm、基板の厚さが 50~500 μm 程度にもなり、半導体装置全体の厚みが比較的に大となる。また、上記接着剤は、素子形成層と基板の両方を良好に接着 (あるいは接合) できるものでなければならない。また、上記接着剤を含む各層間の熱膨張率に相違があると、反りやクラックの原因となって半導体応用装置の耐熱性 (信頼性) を低下させることが考えられる。

【0006】よって、本発明は、耐熱基板から電気素子の形成層を剥離して他の基板に転写する技術を用いて製造される半導体装置に、接着層を含まないようにした半導体装置を提供することを目的とする。

【0007】また、本発明は、剥離転写技術を使用する製造プロセスによって製造される半導体装置をより薄い半導体装置とすることを目的とする。

【0008】また、本発明は、剥離転写技術を使用する製造プロセスによって製造される半導体装置を、より耐熱性の高い半導体装置とすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の素子の第1の転写方法は、素子を形成するための素子形成基板上に、一定条件を付与されると結合力が弱まる分離層を形成する工程と、上記分離層上に素子を含む素子形成層を形成する工程と、上記素子形成層を溶解可能な接合層を介して仮転写基板に接合する工程と、上記分離層の結合力を弱めて上記素子形成基板から上記素子形成層を分離し、これを上記仮転写基板側に移動する工程と、上記仮転写基板に移動された上記素子形成層上に樹脂を塗布し、これを硬化して転写基板を形成する工程と、上記接合層を溶解して上記転写基板から上記仮転写基板を分離する工程と、を含む。

【0010】かかる構成とすることによって、転写基板と素子形成基板とが接合し、両者間に接着層を含まないので、半導体装置の厚さを薄く形成することが可能となる。また、従来の素子形成層（薄膜トランジスタ等）、接着層（接着剤）、転写基板（プラスチック基板）という三層構造が二層構造（素子形成層、転写基板）となるので、各層の熱膨張率を合わせ易く、反りやクラックを減らすことが可能となる。

【0011】また、本発明の素子の第2の転写方法は、素子を形成するための素子形成基板上に、一定条件を付与されると結合力が弱まる分離層を形成する工程と、上記分離層上に素子を含む素子形成層を形成する工程と、上記素子形成層上に樹脂を塗布し、これを硬化して転写基板を形成する工程と、上記分離層の結合力を弱めて上記素子形成層から上記素子形成基板を剥離し、上記素子形成層を上記転写基板側に移動する工程と、を含む。

【0012】かかる構成とすることによっても、転写基板と素子形成基板とが接合し、両者間に接着層を含まないので、半導体装置の厚さを薄く形成することが可能となる。この場合、より少ない工程で素子形成層を転写することが可能となる。

【0013】本発明では、更に、上記素子形成層にコンタクトホールを開口して配線層または電極層を形成する工程と、を含むことにより、反転された素子形成層に素子及び配線・電極などを含めることが可能である。

【0014】なお、本発明において、「素子」とは、TFT、ダイオード、抵抗、インダクタ、キャパシタ、その他能動素子・受動素子を問わない単体の素子を含み、その構成や、形状、大きさに限定はない。

【0015】また本発明において「分離層」とは、好ましくは、上記分離層は、レーザ光線などの光の照射によって原子間または分子間の結合力が消失または減少し、剥離（アブレーション）を生ずる剥離層であり、このような剥離を生ずる材料で構成されている。

【0016】好ましくは、上記分離層はアモルファスシリコン、窒化シリコン、及び金属からなる群から選ばれる1以上の材料であって、これらの組み合わせである多層膜であってもよい。それにより、分離層内での剥離、分離層と隣接する層との境界での剥離を生じやすくする。例えば、窒化シリコンは窒素を含み、光線が照射されると窒素が分離して分子同士の結合力が弱くなる。

【0017】好ましくは、上記分離層はまたは水素を含む。それにより、光線が照射されると水素が分離（ガス化）して、分子同士の結合力が弱くなる。

【0018】好ましくは、上記接合層は液体溶解接着剤、例えば、水溶性接着剤であり、水洗によって溶出する。

【0019】本発明は、前記素子の転写方法の各工程を含んでいる素子の製造方法でもある。さらに当該転写方法によって製造される集積回路でもある。

【0020】ここで、本発明において「集積回路」とは、一定の機能を奏するように素子その他の配線が集積された回路をいう。「集積回路」は、例えばイオン打ち込みや拡散、フォトリソ等の化学的手法により複数の能動素子（薄膜トランジスタ等）や受動素子（抵抗、キャパシタ等）を同一の基板（本発明では最終的に転写基板となる）に形成した回路をいい、集積度によって小規模集積回路（NAND回路やNOR回路等）、中規模集積回路（カウンタやレジスタ回路等）、大規模集積回路（メモリ、マイクロプロセッサ、DSP等）に分類できるものである。

【0021】また本発明は、前記素子の転写方法によって製造される回路基板でもある。例えば、前記転写方法によって製造される、素子を二次元に配置された複数の画素電極に配置して構成される回路基板、例えばアクティブマトリクス基板でもある。

【0022】また本発明は、前記回路基板を備える電気光学装置でもある。

【0023】ここで、「電気光学装置」とは、電気的作用によって発光するあるいは外部からの光の状態を変化させる電気光学素子を備えた装置一般をいい、自ら光を発するものと外部からの光の通過を制御するもの双方を含む。例えば、電気光学素子として、液晶素子、電気泳動素子、EL（エレクトロルミネッセンス）素子、電界の印加により発生した電子を発光板に当てて発光させる電子放出素子を備えたアクティブマトリクス型の表示装置等をいう。もともと、これ等の装置に限定されるものではない。

【0024】また本発明は、前記素子の転写方法によって製造される電子機器でもある。

【0025】ここで、「電子機器」とは、複数の素子または回路の組み合わせにより一定の機能を奏する機器一般をいい、例えば電気光学装置やメモリを備えて構成される。その構成に特に限定が無いが、例えば、ICカー

ド、携帯電話、ビデオカメラ、パーソナルコンピュータ、ヘッドマウントディスプレイ、リア型またはフロント型のプロジェクター、さらに表示機能付きファックス装置、デジタルカメラのファインダ、携帯型TV、DSP装置、PDA、電子手帳、電光掲示板、宣伝公告用ディスプレイ等が含まれる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。

(第1の実施の形態) 本発明の第1の実施の形態は、素子形成層を溶解可能な接合層を介して仮転写基板に接合し、仮転写基板に移動された素子形成層に樹脂を塗布して転写基板を形成し、接合した接合層を溶解して転写基板から仮転写基板を分離する、第1の素子の転写方法に関する。すなわち、転写後に最終基板となる転写基板を形成してから一次的に転写していた基板等を除去する方法に関するものである。

【0027】図1(a)乃至同図(e)は、本発明の第1の実施の形態に係る素子の製造過程(工程)を示している。

【0028】まず、図1(a)に示すように、例えば、1000℃程度に耐える石英ガラスなどの透光性耐熱基板1を素子形成基板とする。

【0029】ここで素子形成基板1は、光が透過し得る透光性を有するものであるのが好ましい。これにより当該基板を介して剥離層に光を照射することができ、剥離層を光照射によって迅速かつ正確に剥離させることができる。この場合、光の透過率は10%以上であるのが好ましく、50%以上であるのがより好ましい。この透過率が高い程光の減衰(ロス)がより少なくなり、剥離層2を剥離するのにより小さな光量で済むからである。

【0030】また、当該基板1は、信頼性の高い材料で構成されているのが好ましく、特に、耐熱性に優れた材料で構成されているのが好ましい。その理由は、例えば後述する素子形成層や中間層を形成する際に、その種類や形成方法によってはプロセス温度が高くなる(例えば350~1000℃程度)ことがあるが、その場合でも、素子形成基板1が耐熱性に優れていれば、当該基板1上への素子形成層等の形成に際し、その温度条件等の成膜条件の設定の幅が広がるからである。これにより素子形成基板上に多数の素子や回路を製造する際、所望の高温処理が可能となり、信頼性が高く高性能の素子や回路を製造することができる。

【0031】従って、素子形成基板1は、素子形成層2の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、歪点が T_{max} 以上の材料で構成されているものが好ましい。具体的には、素子形成基板1の構成材料は、歪点が350℃以上のものが好ましく、500℃以上のものがより好ましい。このようなものとしては、例えば、石英ガラス、コーニング7059、日本電気ガラスOA-2等の耐熱性

ガラスが挙げられる。

【0032】また、素子形成基板1の厚さは、特に限定されないが、通常は、0.1~5.0mm程度であるのが好ましく、0.5~1.5mm程度であるのがより好ましい。当該基板1の厚さがより厚ければより強度が上昇し、より薄ければ当該基板1の透過率が低い場合に、光の減衰をより生じにくくなるからである。なお、素子形成基板1の光の透過率が高い場合には、その厚さは、前記上限値を超えるものであってもよい。

【0033】なお、光を均一に照射できるように、素子形成基板1の厚さは、均一であるのが好ましい。

【0034】このように素子形成基板には数々の条件があるが、繰り返し利用することが可能であるため、比較的高価な材料を用いても繰り返し使用によって製造コストの上昇を少なくすることが可能である。

【0035】すなわち、素子形成基板は最終製品の一部分となるものではないため、最終製品における強度や厚み、重量、コストの制限を受けることなく、素子形成に適したものを選択することができるのである。

【0036】剥離層2は、レーザ光等の照射光により当該層内や界面において剥離(「層内剥離」または「界面剥離」ともいう)を生ずるような材料を選択する。すなわち、一定の強度の光を照射することにより、構成物質を構成する原子または分子における原子間または分子間の結合力が消失または減少し、アブレーション(ablation)等を生じ、剥離を起こすものである。また、照射光の照射により、剥離層2から気体が放出され、分離に至る場合もある。剥離層2に含有されていた成分が気体となって放出され分離に至る場合と、剥離層2が光を吸収して気体になり、その蒸気が放出されて分離に至る場合とがある。

【0037】このような剥離層2の組成としては、例えば、次のA~Eに記載されるものが挙げられる。

A. アモルファスシリコン(a-Si)

このアモルファスシリコン中には、水素(H)が含有されていてもよい。この場合、Hの含有量は、2原子%以上程度であるのが好ましく、2~20原子%程度であるのがより好ましい。このように、水素(H)が所定量含有されていると、光の照射によって水素が放出され、剥離層2に内圧が発生し、それが上下の薄膜を剥離する力となる。アモルファスシリコン中の水素(H)の含有量は、成膜条件、例えばCVDにおけるガス組成、ガス圧、ガス雰囲気、ガス流量、温度、基板温度、投入パワー等の条件を適宜設定することにより調整することができる。アモルファスシリコンは光吸収性がよく、また、成膜も容易であり実用性が高い。したがって、剥離層をアモルファスシリコンで構成することによって、光照射により正確に剥離を生じる剥離層を安価に形成することができる。

B. 酸化ケイ素またはケイ酸化合物、酸化チタンまたは

チタン酸化合物、酸化ジルコニウムまたはジルコン酸化合物、酸化ランタンまたはランタン酸化合物等の各種酸化物セラミックス、透電体（強誘電体）あるいは半導体

酸化ケイ素としては、 SiO 、 SiO_2 、 Si_3O_2 が挙げられ、ケイ酸化合物としては、例えば K_2SiO_3 、 Li_2SiO_3 、 CaSiO_3 、 ZrSiO_4 、 Na_2SiO_3 が挙げられる。

【0038】酸化チタンとしては、 TiO 、 Ti_2O_3 、 TiO_2 が挙げられ、チタン酸化合物としては、例えば、 BaTiO_4 、 BaTiO_3 、 $\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}$ 、 BaTi_5O_2 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 、 PbTiO_3 、 MgTiO_3 、 ZrTiO_2 、 SnTiO_4 、 Al_2TiO_5 、 FeTiO_3 が挙げられる。

【0039】酸化ジルコニウムとしては、 ZrO_2 が挙げられ、ジルコン酸化合物としては、例えば BaZrO_3 、 ZrSiO_4 、 PbZrO_3 、 MgZrO_3 、 K_2ZrO_3 が挙げられる。

【0040】また窒素を含有するシリコンで構成することは好ましい。剥離層に窒素含有シリコンを用いた場合、光の照射に伴い窒素が放出され、これによって剥離層における剥離が促進されるからである。

C. PZT、PLZT、PLLZT、PBZT等のセラミックスあるいは誘電体（強誘電体）

D. 窒化珪素、窒化アルミ、窒化チタン等の窒化物セラミックス

E. 有機高分子材料有機高分子材料としては、 $-\text{CH}-$ 、 $-\text{CO}-$ （ケトン）、 $-\text{CONH}-$ （アミド）、 $-\text{NH}-$ （イミド）、 $-\text{COO}-$ （エステル）、 $-\text{N}=\text{N}-$ （アゾ）、 $-\text{CH}=\text{N}-$ （シフ）等の結合（光の照射によりこれらの結合が切断される）を有するもの、特に、これらの結合を多く有するものであればいかなるものでもよい。また、有機高分子材料は、構成式中に芳香族炭化水素（1または2以上のベンゼン環またはその縮合環）を有するものであってもよい。

【0041】このような有機高分子材料の具体例としては、ポリエチレン、ポリプロピレンのようなポリオレフィン、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエーテルスルホン（PE S）、エポキシ樹脂等が挙げられる。

F. 金属

金属としては、例えば、Al、Li、Ti、Mn、In、Sn、Y、La、Ce、Nd、Pr、Gd、Smまたはこれらのうちの少なくとも1種を含む合金が挙げられる。

【0042】その他、剥離層を水素含有合金で構成することもできる。剥離層に水素含有合金を用いた場合、光の照射に伴い水素が放出され、これによって剥離層における剥離が促進されるからである。

【0043】また、剥離層を窒素含有合金で構成することもできる。剥離層に窒素含有合金を用いた場合、光の照射に伴い窒素が放出され、これによって剥離層における剥離が促進されるからである。

【0044】さらに、剥離層を多層膜からなるものとすることもできる。多層膜は、例えばアモルファスシリコン膜とその上に形成された金属膜とからなるものとすることができる。多層膜の材料として、上記したセラミックス、金属、有機高分子材料の少なくとも一種から構成することもできる。このように剥離層を多層膜または異種材料の組み合わせによる膜として構成すれば、アモルファスシリコンの場合と同様に、光の照射に伴う水素ガスや窒素ガスの放出によって、分離層における剥離が促進される。

【0045】剥離層2の厚さは、剥離目的や剥離層2の組成、層構成、形成方法等の諸条件により異なるが、通常は、 $1\text{nm} \sim 20\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましく、 $10\text{nm} \sim 2\mu\text{m}$ 程度であるのがより好ましく、 $40\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ 程度であるのがさらに好ましい。剥離層2の膜厚がより大きい程より成膜の均一性を保て剥離にムラを生じにくくなる一方、膜厚がより薄い程剥離層2の良好な剥離性を確保するための光のパワー（光量）が小さくて済むとともに、後に剥離層2を除去する際にその作業にかかる時間がより少なくなるからである。なお、剥離層2の膜厚は、できるだけ均一であるのが好ましい。

【0046】剥離層2の形成方法は、均一な厚みで剥離層2を形成可能な方法であればよく、特に限定されず、膜組成や膜厚等の諸条件に応じて適宜選択される。たとえば、CVD（MOCVD、低圧CVD、ECR-CVDを含む）、蒸着、分子線蒸着（MB）、スパッタリング、イオンプレーティング、PVD等の各種気相成膜法、電気メッキ、浸漬メッキ（ディッピング）、無電解メッキ等の各種メッキ法、ラングミュア・プロジェクト（LB）法、スピンコート、スプレーコート、ロールコート等の塗布法、各種印刷法、転写法、インクジェットコーティング法、粉末ジェット法等が挙げられ、これらのうちの2以上を組み合わせ形成することもできる。

【0047】例えば、剥離層2の組成がアモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）の場合には、CVD、特に低圧CVDやプラズマCVDにより成膜するのが好ましい。

【0048】また、剥離層2をゾルゲル法によるセラミックスで構成する場合や、有機高分子材料で構成する場合には、塗布法、特に、スピンコートにより成膜するのが好ましい。

【0049】なお、図1（a）には示されないが、素子形成基板1と剥離層2の性状に応じて、両者の密着性の向上等を目的とした中間層を基板1と剥離層2の間に設けても良い。この中間層は、例えば製造時または使用時において被転写層を物理的または化学的に保護する保護層、絶縁層、被転写層へのまたは被転写層からの成分の

移行（マイグレーション）を阻止するバリア層、反射層としての機能のうち少なくとも一つを発揮するものである。

【0050】この中間層の組成は、その目的に応じて適宜選択されえる。例えば、非晶質シリコンで構成された剥離層と被転写層との間に形成される中間層の場合には、 SiO_2 等の酸化珪素が挙げられる。また、他の中間層の組成としては、例えば、Pt、Au、W、Ta、Mo、Al、Cr、Tiまたはこれらを主成分とする合金のような金属が挙げられる。

【0051】中間層の厚みは、その形成目的に応じて適宜決定される。通常は、 $10\text{nm} \sim 5\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましく、 $40\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ 程度であるのがより好ましい。中間層の膜厚がより大きい程より成膜の均一性を保て密着性にムラを生じにくくなる一方、膜厚がより薄い程剥離層にまで透過すべき光の減衰がより少なくなるからである。

【0052】中間層の形成方法としては、剥離層2で説明した各種の方法が適用可能である。中間層は、一層で形成する他、同一または異なる組成を有する複数の材料を用いて二層以上形成することもできる。

【0053】次に、この剥離層2の上に、素子を含む素子形成層3を形成する。素子形成層3には、TFTその他の能動素子や受動素子、またはそれらの組み合わせからなる回路が含まれる。すなわち素子形成層3に形成されるものは、個々の素子であったり集積回路等の独立した機能を有するチップであったり、さらに両者の中間の独立した機能は奏しないが他の素子や回路と組み合わせることにより独立して機能する回路の部分であったりする。したがってその構造やサイズに限定はない。

【0054】特に、本発明においては、素子形成層3に複数の薄膜素子で構成される集積回路を形成することは好ましい。薄膜素子の製造にはある程度的高温プロセスが要求され、薄膜素子を形成する基材は素子形成基板1のように種々の条件を満たす必要がある。一方で製品化する最終的な転写基板は例えば可撓性を有するフレキシブル基板であることが考えられる。このように薄膜素子の製造では、最終基板に求められる要件と薄膜素子を製造する基板に求められる条件が相反する可能性があるが、本発明の素子の転写方法を適用すれば、製造条件を満たす基板で薄膜素子を製造してから、この製造条件を満たさない転写基板に薄膜素子を転写することが可能である。

【0055】このような薄膜素子の例として、TFTの他に、例えば、薄膜ダイオードや、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子（光センサ、太陽電池）やシリコン抵抗素子、その他の薄膜半導体デバイス、電極

（例：ITO、メサ膜のような透明電極）、スイッチング素子、メモリ、圧電素子等のアクチュエータ、マイクロミラー（ピエゾ薄膜セラミックス）、磁気記録薄膜へ

ッド、コイル、インダクター、抵抗、キャパシタ、薄膜高透磁材料およびそれらを組み合わせたマイクロ磁気デバイス、フィルター、反射膜、ダイクロイックミラー等がある。

【0056】さて本実施の形態では、素子形成層3に薄膜トランジスタを含めて形成するものとする。すなわち、素子形成層3は、図1(a)に示すように、シリコン酸化膜等の絶縁層31、不純物がドーブされたソース・ドレイン領域を含むシリコン層32、ゲート絶縁膜33、ゲート配線膜34、層間絶縁膜35、ソース・ドレインの配線膜36等によって構成される薄膜トランジスタTを備えている。

【0057】図3に、素子形成層3の製造方法として、当該薄膜トランジスタTの製造方法を例示する。

【0058】まず、図3(a)に示すように、素子形成基板1上に SiO_2 膜を堆積させて下地層である絶縁層31を形成する。 SiO_2 膜の形成方法としては、公知の方法、例えば、プラズマ化学気相堆積法（PECVD法）や低圧化学気相堆積法（LPCVD法）、スパッタリング法等の気相堆積法が挙げられる。例えば、PECVD法を利用することにより厚さ $1\mu\text{m}$ の絶縁層31を形成する。次いで公知の方法、例えばLPCVD法を適用してシリコン層32を形成する。このシリコン層32をパターンニングして、薄膜トランジスタの半導体領域の形状に形成する。

【0059】次に、図3(b)に示すように、 SiO_2 等のゲート絶縁膜33を所定の製造方法、例えば電子サイクロトロン共鳴PECVD法（ECR-CVD法）、平行平板PECVD法、またはLPCVD法にて形成する。

【0060】次に、図3(c)に示すように、所定のゲート用金属、例えばタンタルまたはアルミニウムの金属薄膜をスパッタリング法により形成した後、パターンニングすることによって、ゲート配線膜34を形成する。そしてこのゲート配線膜34をマスクとして、ドナーまたはアクセプターとなる不純物イオンを打ち込み、パターンニングされたシリコン層32にソース/ドレイン領域とチャネル領域を、ゲート配線膜34に対して自己整合的に作製する。例えば、NMOSTランジスタを作製するためには、不純物元素としてリン（P）を所定の濃度、例えば $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ の濃度でソース/ドレイン領域に打ち込む。その後、適当なエネルギーの印加、例えば XeCl エキシマレーザを照射エネルギー密度 200 から 400mJ/cm^2 程度で照射するか、 250°C から 450°C 程度の温度で熱処理することにより、不純物元素の活性化を行う。

【0061】次に、図3(d)に示すように、ゲート絶縁膜33およびゲート配線膜34の上面に、所定の方法、例えばPECVD法により約 500nm の SiO_2 等で層間絶縁膜35を形成する。次に、ソース/ドレ

ン領域に至るコンタクトホールを絶縁膜33および35に設けて、これらコンタクトホールおよびコンタクトホールの周縁部に、所定の方法、例えばスパッタリング法でアルミニウム等を堆積して配線膜36を形成してパターンニングする。

【0062】以上の工程で素子形成層3に薄膜トランジスタTを形成可能であるが、このような素子の形成方法は、公知の技術を適用して種々に適応可能である。

【0063】なお、剥離層2に接して設けられる下地層である絶縁層31として、 SiO_2 膜を使用しているが、 Si_3N_4 などのその他の絶縁膜を使用することもできる。この絶縁層31の厚みは、その形成目的や発揮し得る機能の程度に応じて適宜決定されるが、通常は、 $10\text{nm}\sim 5\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましく、 $40\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$ 程度であるのがより好ましい。この絶縁層31は、種々の目的で形成され、例えば、前記中間層としての役割を果たすようにして形成することもできる。すなわち、素子形成層3に形成される素子を物理的または化学的に保護する保護層、絶縁層、導電層、レーザー光の遮光層、マイグレーション防止用のバリア層、反射層としての機能の内の少なくとも1つの機能を発揮するように、絶縁層を形成することもできる。

【0064】なお、剥離層を分離した後も素子形成層が分解したり性能が落ちたりするような悪影響が内場合には、このような絶縁層31を形成せず、剥離層2上に直接素子を形成してもよい。

【0065】次に、図1(b)に示すように、素子形成層3の上に溶解性接着剤、例えば、水溶性の接着剤を塗布し、接着膜4を形成する。

【0066】接着膜4の接着剤としては、液体溶解性接着剤が挙げられ、特に水溶性接着剤が好適である。このような接着剤の好適な例としては、水、アルコール、アセトン、酢酸エチル、トルエン等のいずれかの溶剤で比較的容易に溶解され、接着物を剥離できるような接着剤から適宜選択して使用することができ、例えばポリビニルアルコール系、水性ビニルウレタン系、アクリル系、ポリビニルピロリドン、アルファオレフィン、マレイン酸系、光硬化型接着剤等の水溶性接着剤、アクリル系接着剤、エポキシ系接着剤、シリコン系接着剤等の多くの有機溶媒可溶性接着剤を挙げることができる。

【0067】本実施の形態において、接着膜4を形成するための接着剤は、素子形成層3にのみ、仮転写基板5にのみ、またはこれら双方に塗布される。

【0068】この接着膜の生成方法としては、スピンコート法、後述するインクジェット方式の薄膜形成装置を用いたインクジェットコーティング法、印刷法等の方法を用いて行うことができる。

【0069】次に、この上に、仮転写用基板5を載置し、素子形成基板1(の素子形成層3)と仮転写基板5とを張り合わせる。仮転写基板5としては、例えば、既

述したガラス基板を使用することが可能である。

【0070】次に、図1(c)に示すように、第1の基板側1から、例えば、レーザー光を全面に照射する。これにより、剥離層2にアブレーションを生じさせ、また、剥離層2に含まれているガスを放出させ、さらには照射直後に熔融、蒸散等の相変化を生じさせ、素子形成基板側1と素子形成層3とを剥離する。これにより、素子形成層3は仮転写基板5に転写される。

【0071】ここで、アブレーションとは、照射光を吸収した固定材料(剥離層2の構成材料)が光化学的または熱的に励起され、その表面や内部の原子または分子の結合が切断されて放出することをいい、主に、剥離層2の構成材料の全部または一部が熔融、蒸散(気化)等の相変化を生じる現象として現れる。また、前記相変化によって微小な発泡状態となり、結合力が低下することもある。

【0072】剥離層2が層内剥離を生じるか、界面剥離を生じるか、またはその両方であるかは、剥離層2の組成や、その他種々の要因に左右され、その要因の1つとして、照射される光の種類、波長、強度、到達深さ等の条件が挙げられる。

【0073】照射する光としては、剥離層2に層内剥離および/または界面剥離を起こさせるものであればいかなるものでもよく、例えば、X線、紫外線、可視光、赤外線(熱線)、レーザー光、ミリ波、マイクロ波、電子線、放射線(α 線、 β 線、 γ 線)等が挙げられる。

【0074】そのなかでも、剥離層2の剥離(アブレーション)を生じさせ易く、かつ高精度の局部照射が可能である点で、レーザー光が好ましい。レーザー光はコヒーレント光であり、素子形成基板1を介して剥離層に高出力パルス光を照射して高精度で所望部分に剥離を生じさせるのに好適である。したがって、レーザー光の使用によって、容易にかつ確実に素子形成層3を剥離させることができる。

【0075】このレーザー光を発生させるレーザー装置としては、各種気体レーザー、固体レーザー(半導体レーザー)等が挙げられるが、エキシマレーザー、Nd-YAGレーザー、Arレーザー、 CO_2 レーザー、COレーザー、He-Neレーザー等が好適に用いられる。

【0076】このレーザー光としては、波長 $100\text{nm}\sim 350\text{nm}$ を有するレーザー光が好ましい。このように短波長レーザー光を用いることにより、光照射精度が高められるとともに、剥離層2における剥離を効果的に行うことができる。

【0077】上述の条件を満たすレーザー光としては、例えばエキシマレーザーを挙げることができる。エキシマレーザーは、短波長紫外域の高エネルギーのレーザー光出力が可能なガスレーザーであり、レーザー媒質として希ガス(Ar, Kr, Xeなど)とハロゲンガス(F_2 , HClなど)とを組み合わせたものを用いることに

より、代表的な4種類の波長のレーザー光を出力することができる ($\text{XeF}=351\text{nm}$, $\text{XeCl}=308\text{nm}$, $\text{KrF}=248\text{nm}$, $\text{ArF}=193\text{nm}$)。エキシマレーザーは、短波長域で高エネルギーを出力するため、極めて短時間で剥離層2にアブレーションを生じさせることができ、よって隣接する仮転写基板5や素子形成基板1等に温度上昇をほとんど生じさせることなく、素子等に劣化、損傷を生じさせることなく、素子形成層3を剥離することができる。

【0078】あるいは、剥離層2に、例えばガス放出、気化、昇華等の相変化を起こさせて分離特性を与える場合、照射されるレーザー光の波長は、350から1200nm程度が好ましい。

【0079】このような波長のレーザー光は、YAG、ガスレーザーなどの一般加工分野で広く使用されるレーザー光源や照射装置を用いることができ、光照射を安価にかつ簡単に行うことができる。また、このような可視光領域の波長のレーザー光を用いることによって、素子形成基板1が可視光透光性であればよく、素子形成基板1の選択の自由度を広げることができる。

【0080】また、照射されるレーザー光のエネルギー密度、特に、エキシマレーザーの場合のエネルギー密度は、 $10\sim5000\text{mJ}/\text{cm}^2$ 程度とするのが好ましく、 $100\sim500\text{mJ}/\text{cm}^2$ 程度とするのがより好ましい。また、照射時間は、 $1\sim1000\text{nsec}$ 程度とするのが好ましく、 $10\sim100\text{nsec}$ 程度とするのがより好ましい。エネルギー密度がより高くまたは照射時間がより長い程アブレーション等が生じ易く、一方で、エネルギー密度がより低くまたは照射時間がより短い程剥離層2を透過した照射光により素子等に悪影響を及ぼすおそれを低減できるからである。

【0081】レーザー光に代表される照射光は、その強度が均一となるように照射されるのが好ましい。照射光の照射方向は、剥離層2に対し垂直な方向に限らず、剥離層2に対し所定角度傾斜した方向であってもよい。

【0082】また、剥離層2の面積が照射光の1回の照射面積より大きい場合には、剥離層2の全領域に対し、複数回に分けて照射光を照射することもできる。また、同一箇所に2回以上照射してもよい。また、異なる種類、異なる波長(波長域)の照射光(レーザー光)を同一領域または異なる領域に2回以上照射してもよい。

【0083】なお、剥離層2を透過した照射光が素子にまで達して悪影響を及ぼす場合の対策としては、例えば、剥離層2上にタンタル(Ta)等の前述した中間層を形成する方法がある。または素子形成層の下地となる絶縁膜31を中間層としての機能を奏するように形成してもよい。これにより、剥離層2を透過したレーザー光は、金属膜の界面で完全に反射され、それよりの上の素子に悪影響を与えない。

【0084】なお、剥離した素子形成層3の裏側には、

剥離層2の剥離残分が付着している場合があり、これを完全に取り除くことが望ましい。残存している剥離層2を除去するための方法は、例えば洗浄、エッチング、アッシング、研磨等の方法、またはこれらを組み合わせた方法の中から適宜選択して採用することができる。さらに、素子形成層3から分離された基板1の表面に付着した剥離層2も、これと同様の方法によって除去することができ、これによって素子形成基板1を再利用(リサイクル)に供することができる。

【0085】次に、図1(d)に示すように、素子形成層3の下地側の全面に液体の樹脂材料を均一に塗布し、樹脂材料に応じた適当な方法、例えば、熱硬化、光硬化、放置などにより硬化させて樹脂基板6を形成する。

【0086】この樹脂材料としては、ポリオレフィン系樹脂(ポリエチレン、ポリプロピレン、EVAなど)、エポキシ系樹脂、フッ素系樹脂、カルボキシル基含有アクリル系樹脂などの熱溶融樹脂ポリエステル系樹脂、アクリレート系樹脂、シリコン系樹脂等のうちの1種または2種以上を混合して用いることができる。樹脂の塗布は、スピンコート法、ロールコート法、スプレー法等の種々のものから適宜に選択される。

【0087】樹脂基板6の材料は、特に限定されないが、前記基板1に比べ、耐熱性、耐食性等の特性が劣るものであってもよい。この樹脂基板6は、高熱が要求される素子の形成以後に設けられるため、素子形成層3の形成時の温度条件等に依存しないからである。

【0088】したがって、素子形成層3の形成時の最高温度を T_{max} としたとき、樹脂基板6の構成材料として、相転移点(T_g)または軟化点が T_{max} 以下のものを用いることができる。例えば、樹脂基板6として、相転移点(T_g)または軟化点が好ましくは 800°C 以下、より好ましくは 500°C 以下、さらに好ましくは 320°C 以下の材料で構成することができる。

【0089】このように、樹脂基板6には温度による材料の利用制限が無いため、材料選択の幅が広く、例えば素子形成層と樹脂基板との熱膨張性をあわせやすい。よって、発熱による反りやクラックが生じにくい構造を形成でき、耐熱性を向上させることができるのである。

【0090】樹脂基板6の機械的特性としては、ある程度の剛性(強度)を有するように形成されることが好ましいが、ある程度可撓性、弾性を有するものであってもよい。このように可撓性を有する樹脂基板を利用すれば、剛性の高いガラス基板では得られないような優れた特性が実現可能である。従って、本発明において、可撓性のある最終基板を用い、例えば電気光学装置を製造することによって、しなやかで、軽かつ落下の衝撃にも強い電気光学装置を実現することができる。

【0091】このような樹脂基板6の形成材料としては、各種合成樹脂が好ましい。合成樹脂としては、熱可

塑性樹脂、熱硬化性樹脂のいずれでもよく、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-ブレンピレン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）等のポリオレフィン、環状ポリオレフィン、変性ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリカーボネート、ポリ（4-メチルペンテン-1）、アイオノマー、アクリル系樹脂、ポリメチルメタクリレート、アクリルスチレン共重合体（AS樹脂）、ブタジエンスチレン共重合体、ポリオ共重合体（EVOH）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリシクロヘキサンテレフタレート（PCT）等のポリエステル、ポリエーテル、ポリエーテルケトン（PEK）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルイミド、ポリアセタール（POM）、ポリフェニレンオキシド、変性ポリフェニレンオキシド、ポリアリレート、芳香族ポリエステル（液晶ポリマー）、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル、シリコン樹脂、ポリウレタン等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせ（例えば2層以上の積層体として）用いることができる。

【0092】ガラス材としては、例えば、ケイ酸ガラス（石英ガラス）、ケイ酸アルカリガラス、ソーダ石灰ガラス、カリ石灰ガラス、鉛（アルカリ）ガラス、バリウムガラス、ホウケイ酸ガラス等が挙げられる。このうち、ケイ酸ガラス以外のものは、ケイ酸ガラスに比べて融点が低く、また、成形、加工も比較的容易であり、しかも安価であり、好ましい。

【0093】最終的な基板が樹脂で構成されているので、材料コスト、製造コストも安価であるという種々の利点が享受できる。したがって、このような合成樹脂の使用は、大型で安価なデバイス（例えば、液晶ディスプレイ）を製造する上で有利である。

【0094】但し、合成樹脂と同様な成型のし易さ、価格メリットがあるものであれば、他の材料も利用することが可能である。

【0095】樹脂基板6の厚みは、樹脂の硬化後の強度や転写する素子形成層3の厚み、面積、強度等の条件に応じた厚みに選択されるが、例えば、50 μ m～1000 μ m程度にすることが好ましく、100 μ m～400 μ m程度にすることがさらに好ましい。樹脂基板が厚い程、接着層を排除して最終製品全体の厚みを薄くするという本発明の利点の一つが少なくなり、樹脂基板が薄い

程、最終製品における強度が担保できなくなるからである。

【0096】なお、樹脂基板6として、樹脂材料が可撓性のフィルム上に適当な形状で連続形成された接着シートを用いることは好ましい。接着シートは連続供給ができるため、手順が簡単になり、製造上の効率が良いからである。

【0097】次に、図1（e）に示すように、接着膜4を水洗など、接着剤の性質に応じた溶剤（水や有機溶剤）によって溶解し、仮転写基板5を素子形成層3から分離する。

【0098】以上の工程により、素子形成層形成3に硬化性樹脂を塗布して転写基板6とし、相対的に耐熱温度の低いプラスチック樹脂基板6に半導体装置を形成することができる。このような半導体装置の製造プロセスは、液晶表示器やELパネルの製造工程に適用する場合に好都合である。

【0099】すなわち本発明の第1の実施の形態によれば、従来装置のように、転写基板と素子形成層間に接着層を介しないので半導体装置の厚みが減少する。素子形成層の下地基板となる樹脂基板の材料としては素子形成層との接着性等の良否を考慮して選択すれば良く、材料選択の余地が広がり、熱膨張性などをあわせやすい。熱膨張率などの条件をマッチングさせた最終製品では、発熱による反りやクラックが生じにくく、耐熱性が向上することになる。

【0100】特に、本第1の実施の形態によれば、最終製品が大型ディスプレイ装置であるときのように基板面積を大きくしなければならぬ場合に本発明を適用すれば、面積が大きいアクティブマトリクス基板の画素回路の製造を比較的厚くて頑丈な素子形成基板上で行いながら、最終製品には薄い樹脂基板を用いる。つまり、素子形成層にクラックや不良箇所を生じることなく安定した製造を行いながら、最終的に薄型の製品を製造できるといように、製造時と製品上で相反する要件を共に満たすことができる。

【0101】また、従来の転写方法では別途最終基板を接着剤等で貼り合わせていたところ、本第1の実施の形態によれば、樹脂で形成した層を最終的に回路全体を支える基板として利用することにしたので、従来の転写方法により大幅に薄い最終製品を製造することが可能である。

【0102】（第2の実施の形態）本発明の第2の実施の形態によれば、素子形成層上に樹脂を塗布して硬化させて転写基板とし、元の基板を除去するようにした第2の転写方法に関する。特に転写先の基板を貼り合わせる必要を省略した転写方法である。

【0103】図2（a）乃至同図（e）は、本発明の第2の実施の形態に係る素子および回路基板の製造過程（工程）を示している。前記第1の実施の形態と対応す

る部分には同一符号を付してその説明を省略する。この第2の実施の形態では、仮転写基板5の使用が省かれており、転写回数は、1回である。

【0104】まず、図2(a)に示すように、石英などの耐熱性の素子形成基板1の上に剥離層2が形成される。剥離層2は、前述したように、熱や光等の照射を受けると、内部に分離が生じて剥離する性質を持っている。分離膜2としては、前記第1の実施の形態で説明したとおりであり、例えば、水素を含むアモルファスシリコン(a-Si)を使用することが可能である。

【0105】この剥離層2の上に、薄膜トランジスタなどの電気素子が形成された素子形成層3が形成されている。素子形成層3は、前記第1の実施の形態で説明したとおりであり、例えば、シリコン酸化膜等の絶縁層31、不純物がドーパされたソース・ドレイン領域を含むシリコン層、ゲート絶縁膜33、ゲート配線膜34、層間絶縁膜35、ソース・ドレインの配線膜36等によって構成されている。

【0106】次に、図2(b)に示すように、素子形成層3上の全面に液体の熱または光硬化性の樹脂材料を均一に塗布し、樹脂材料に応じた適当な方法により硬化させて、樹脂基板6を形成する。この樹脂材料については、前記第1の実施の形態で説明したとおりであり、例えば、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、等の種々の樹脂の使用が可能であり、適宜に選択する。樹脂の塗布は、スピンコート法、ロールコート法、スプレー法等の種々のものから適宜に選択される。樹脂の硬化は、光や熱の照射等によって行うことが可能である。

【0107】樹脂基板6の機械的強度や厚みの条件についても、前記第1の実施の形態と同様に考えることができる。

【0108】次に、図2(c)に示すように、素子形成基板側1から、例えば、レーザ光を全面に照射し、剥離層2の水素を分子化して結晶の結合から分離させ、素子形成基板側1と素子形成層3とを剥離する。これにより、素子形成層3は転写基板6に転写される。レーザ光の照射については、前記第1の実施の形態で説明したとおりであり、例えばエキシマレーザを用いる。

【0109】次に、図2(d)に示すように、素子形成層3の下地側の絶縁膜31をパターンニングして例えば20~30 μ m程度の径のコンタクトホールを開口する。パターンニングは、フォトリソグラフィやインクジェット法によるエッチング液の滴下、レーザエッチングなどを適用可能である。

【0110】次に、図2(e)に示すように、素子形成層3の裏側に任意の配線や電極、例えば透明電極のITO7を積層してパターンニングして画素電極や、端子電極などを形成する。このような回路基板は、電気光学装置、例えば液晶表示器やEL表示器として使用される。

【0111】このように、第2の実施の形態によれば、

前記第1の実施の形態と同様の効果を奏する他、仮転写基板5を使用する工程を経ることなく、すなわち樹脂基板6に電子回路等の素子形成層3が転写形成される。

【0112】なお、図2(d)および(e)における素子形成層の裏側の配線は必須のものではなく、コンタクトホールや配線が存在していなくてもよい。

【0113】特に、本第2の実施の形態によれば、従来の転写方法では接着層でしかなかった層を、最終的に回路全体を支える基板として利用しているので、従来の転写方法により大幅に薄い最終製品を製造することが可能である。

【0114】(第3の実施の形態) 本第3の実施の形態は、前記各実施の形態に係る転写方法によって製造される集積回路であり、回路基板である。

【0115】本実施の形態における集積回路は、本発明における素子の転写方法によって形成されるLSIであるスタティックRAMに関する。図4(a)に本実施の形態に係る集積回路の平面図を、図4(b)に第1の実施の形態を適用した場合の図4(a)のA-A切断面における一部断面拡大図、(c)に第2の実施の形態を適用した場合の一部断面拡大図を示す。

【0116】図4(a)に示すように、当該集積回路100は、メモリセルアレー101、アドレスバッファ102、行デコード103、ワードドライバ104、アドレスバッファ105、列デコード106、列選択スイッチ107、入出力回路108、及び制御回路109の各ブロックを備えている。各ブロックには、薄膜トランジスタを中心とする回路が形成されており、互いのブロック間には金属層をパターンニングすることによる配線が形成されている。

【0117】図4(b)は、前記第1の実施の形態を適用して製造して当該集積回路100を製造した場合の断面図であり、p型MOSトランジスタTpとn型MOSトランジスタTnとが形成されている付近を示している。当該断面図に示すように、素子形成層3の下側に樹脂基板6が形成されている。素子形成層3は、下地となるシリコン層200、多数の素子や配線の層構造が形成された配線層201、および上面を保護するための保護層202等が形成されている。

【0118】配線層201には、ウェル領域210、不純物が導入され、ソースまたはドレインを形成する半導体領域211、ゲート絶縁膜212、ゲート配線膜213、層間絶縁膜214、金属配線層215等によって回路が形成されている。このような層構造は、前記第1の実施の形態における薄膜トランジスタの形成と同様な手順で形成可能である。

【0119】保護層202は、配線層201を保護するための膜であり、第1の実施の形態を利用した場合、機械的強度は下層の樹脂基板6によって担保させるため、配線層201を保護しうる程度の厚みであれば十分であ

り、厚く形成する必要がない。

【0120】図4(c)は、前記第2の実施の形態を適用して製造して当該集積回路100を製造した場合の断面図であり、シリコン層200及び配線層201については、図4(b)と同様に形成する。ただし、ここでは配線層201の上面に樹脂基板6を形成しているため、この樹脂基板6が同時に配線層201を保護する保護層としての機能も兼用している。すなわち、樹脂基板6は、保護層としての観点の他に、基板本体としての強度を備えるように、その材料が選択され、厚みが設定される。

【0121】また前記第2の実施の形態で説明したように、配線層201に設ける金属配線層215の一部または全部を、裏側の金属配線層216を設けることも可能である。

【0122】以上、本第3の実施の形態によれば、前記各実施の形態と同様の効果を奏する。特に、従来の集積回路では、シリコンウェハ上に各種の素子を形成していたが、本発明を適用することにより、シリコンウェハよりも薄い構造のシリコン層上に回路を集積することができる。すなわち、半導体装置として機能しうる程度のシリコン層200を、所定の方法、例えばスパッタ法等で剥離層2上に形成してから配線層201を形成することで、素子形成層3を大幅に薄くすることができる。

【0123】(第4の実施の形態)本発明の第4の実施の形態は、前記実施の形態に係る素子の転写方法によって製造される素子を、二次元に配置された複数の画素電極に配置して構成されるアクティブマトリクス型回路基板を含む電気光学装置に関する。

【0124】図5に、本第4の実施の形態における電気光学(表示)装置40の接続図を示す。本実施の形態の表示装置40は、各画素領域Gに電界発光効果により発光可能な発光層OLED、それを駆動するための電流を記憶する保持容量Cを備え、さらに本発明の転写方法によって転写・製造される半導体装置、ここでは薄膜トランジスタT1~T4を備えて構成されている。ドライバ領域41からは、走査線Vsel及び発光制御線Vgpが各画素領域Gに供給されている。ドライバ領域42からは、データ線Idataおよび電源線Vddが各画素領域Gに供給されている。走査線Vselとデータ線Idataとを制御することにより、各画素領域Gに対する電流プログラムが行われ、発光部OLEDによる発光が制御可能になっている。

【0125】なお、上記アクティブマトリクス型回路は、発光要素に電界発光素子を使用する場合の回路の一例であり他の回路構成も可能である。また発光要素に液晶表示素子を利用することも回路構成を種々変更することにより可能である。

【0126】本実施の形態における電気光学装置の製造は、第1の実施の形態における転写方法、第2の実施の

形態における転写の方法のいずれかの方法を適用して行う。すなわち、画素領域を含むアクティブマトリクス型の回路を素子形成基板上に形成してから、第1の実施の形態のように樹脂基板を形成して転写に係る基板を除去するか、第2の実施の形態のように素子形成層に樹脂層を形成して硬化させてから転写に係る基板を除去する。

【0127】本第4の実施の形態によれば、本発明の転写方法をこのようなアクティブマトリクス型回路基板および電気光学装置の製造に適用したものであるため、上記第1または第2の実施の形態における効果と同様の効果を奏する。

【0128】特に、本第4の実施の形態によれば、大型ディスプレイ装置のような大面積のアクティブマトリクス型回路基板やそれを利用した電気光学装置である場合に、面積が大きい回路基板の製造を比較的厚くて頑丈な素子形成基板上で行いながら、最終製品には薄い樹脂基板に回路構造を設けることができる。そのため、画素領域にクラックや不良箇所を生じることなく安定した製造を行いながら、最終的に薄型の製品を製造できるというように、製造時と製品上で相反する要件を共に満たすことができる。

【0129】また、本第4の実施の形態によれば、最終製品において、薄い樹脂で形成された基板や層を構造体とする回路基板を用いることができるので、従来の回路基板や電気光学装置に比べ大幅に薄い最終製品を製造することが可能である。

【0130】(第5の実施の形態)本第5の実施の形態は、前記各実施の形態に係る転写方法によって製造される電子機器に関する。

【0131】本実施の形態における電子機器は、本発明における素子の転写方法によって形成された回路基板を少なくとも一部に備えて構成されている。

【0132】図6(a)~図6(f)に、本実施の形態における電子機器の例を挙げる。

【0133】図6(a)は本発明の転写方法によって製造される携帯電話の例であり、当該携帯電話110は、電気光学装置(表示パネル)111、音声出力部112、音声入力部113、操作部114、およびアンテナ部115を備えている。本発明の転写方法は、例えば表示パネル111や内蔵される回路基板に適用される。

【0134】図6(b)は本発明の転写方法によって製造されるビデオカメラの例であり、当該ビデオカメラ120は、電気光学装置(表示パネル)121、操作部122、音声入力部123、および受像部124を備えている。本発明の転写方法は、例えば表示パネル121や内蔵される回路基板に適用される。

【0135】図6(c)は本発明の転写方法によって製造される携帯型パーソナルコンピュータの例であり、当該コンピュータ50は、電気光学装置(表示パネル)1

31、操作部132、およびカメラ部133を備えている。本発明の転写方法は、例えば表示パネル131や内蔵される回路基板に適用される。

【0136】図6(d)はヘッドマウントディスプレイの例であり、当該ヘッドマウントディスプレイ140は、電気光学装置(表示パネル)141、光学系収納部142およびバンド部143を備えている。本発明の転写方法は、例えば表示パネル141や内蔵される回路基板に適用される。

【0137】図6(e)は本発明の転写方法によって製造されるリア型プロジェクターの例であり、当該プロジェクター150は、電気光学装置(光変調器)151、光源152、合成光学系153、ミラー154・155ミラー及びスクリーン157を筐体156内に備えている。本発明の転写方法は、例えば光変調器151や内蔵される回路基板に適用される。

【0138】図6(f)は本発明の転写方法によって製造されるフロント型プロジェクターの例であり、当該プロジェクター160は、電気光学装置(画像表示源)161及び光学系162を筐体163内に備え、画像をスクリーン164に表示可能になっている。本発明の転写方法は、例えば画像表示源161や内蔵される回路基板に適用される。

【0139】上記例に限らず本発明に係る転写方法は、素子や回路を利用するあらゆる電子機器に適用可能である。例えば、この他に、表示機能付きファックス装置、デジタルカメラのファインダ、携帯型TV、DSP装置、PDA、電子手帳、電光掲示板、宣伝広告用ディスプレイなどにも活用することができる。

【0140】本発明に係る転写方法よれば、前記第1の実施の形態と同様の効果を奏する。すなわち、従来のように素子形成層と転写基板との間に接着層が介在せず、非常に薄い薄膜装置を得ることが可能となるので、薄型の携帯用電子機器を構成する回路基板を提供するのに好適である。

【0141】(第6の実施の形態)本第5の実施の形態は、前記第4の実施の形態における電子機器の好適な一例としてのICカードに関する。

【0142】図7に、本実施の形態におけるICカードの概略斜視図を示す。図7に示すように、本ICカード170は、本体172に内蔵された回路基板上に、表示パネル171、指紋検出器173、外部端子174、マイクロプロセッサ175、メモリ176、通信回路177、及びアンテナ部178を備えている。

【0143】本発明に係る転写方法よれば、前記第1の実施の形態と同様の効果を奏する。すなわち、従来のように素子形成層と転写基板との間に接着層が介在せず、

非常に薄い薄膜装置を得ることが可能となるので、ICカードのように極めて薄い回路基板とする必要がある電子機器に特に好適である。

【0144】なお、本発明の転写方法は、上記のようなICカードに限定されず、薄型基板を必要とする装置、例えば、紙幣、クレジットカード、プリペイドカード等に適用できる。

【0145】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、薄膜トランジスタ等が形成される素子形成層に樹脂を塗布し、硬化させてこれを素子の樹脂基板とするので、従来のように素子形成層と転写基板との間に接着層が介在せず、非常に薄い薄膜装置を得ることが可能となる。また、硬化性樹脂は素子形成層との接着性の良否を考慮すれば良く、材料選択の余地が広がって好ましい。また本発明によれば、素子形成層上に塗布した接着剤による接着層を最終的に回路全体を支える基板として利用しているので、従来の転写方法により大幅に薄い最終製品を製造することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態を説明する製造工程断面図である。

【図2】図2は、本発明の第2の実施の形態を説明する製造工程断面図である。

【図3】図3は、本発明の第2の実施の形態を説明する製造工程断面図である。

【図4】図4は、本発明に係る集積回路の例であり、図4(a)はその平面図、(b)は第1の実施の形態を適用した場合の一部断面拡大図であり、(c)は第2の実施の形態を適用した場合の一部断面拡大図である。

【図5】図5は、本発明に係るアクティブマトリクス型基板および電気光学装置の接続図である。

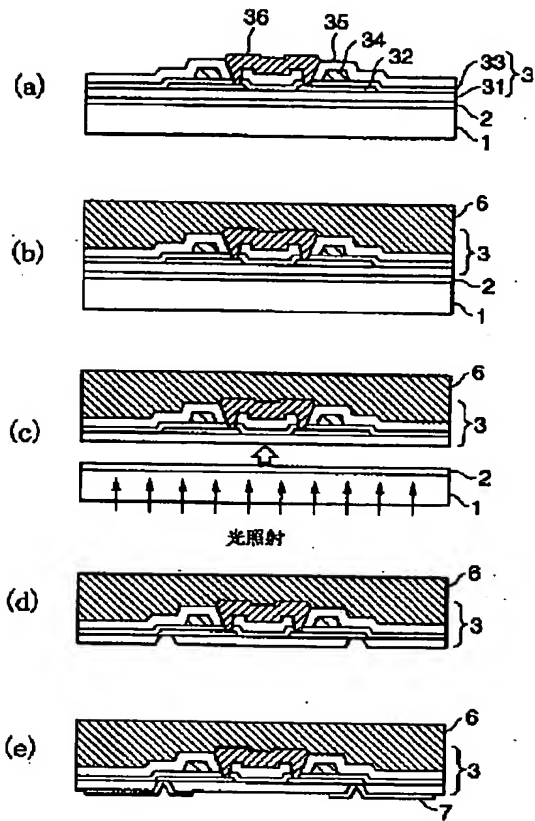
【図6】図6は、本発明に係る電子機器の例であり、図6(a)は携帯電話、図6(b)はビデオカメラ、図6(c)は携帯型パーソナルコンピュータ、図6(d)はヘッドマウントディスプレイ、図6(e)はリア型プロジェクター、図6(f)はフロント型プロジェクターへの適用例である。

【図7】図7は本発明に係るICカードの構造を説明する概略斜視図である。

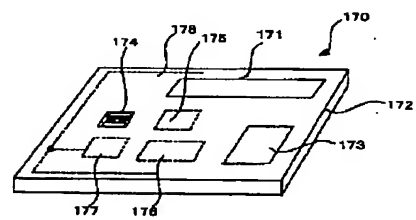
【符号の説明】

- 1 素子形成基板
- 2 剥離(分離)層
- 3 素子形成層
- 4 接着層(溶解性)
- 5 仮転写基板
- 6 転写基板

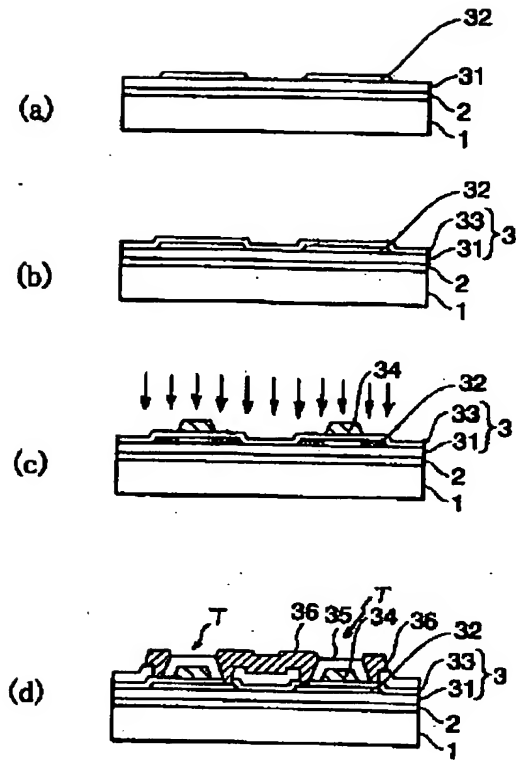
【図 2】



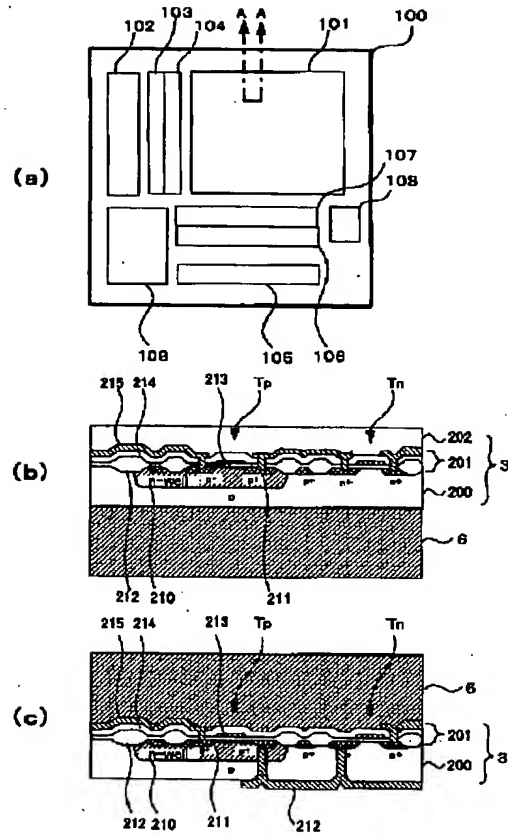
【図 7】



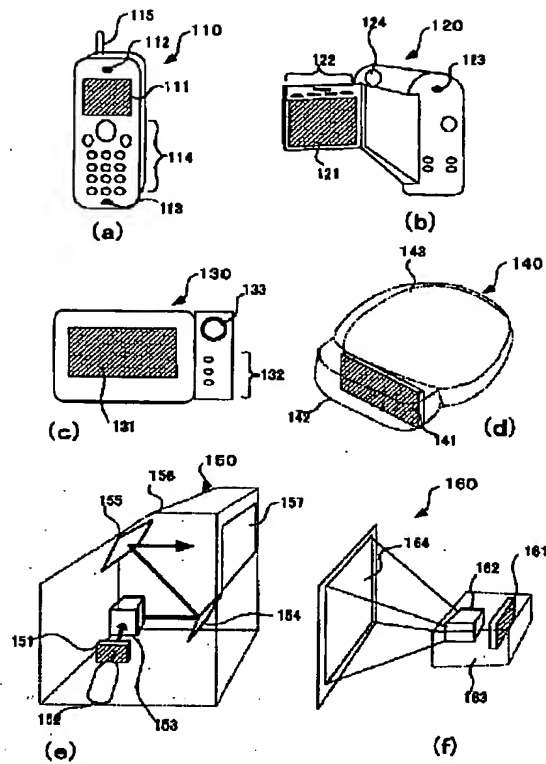
【図 3】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 0 1 L 21/8242
 21/8244
 27/08
 27/092
 27/108
 27/11
 29/786

識別記号

3 3 1

F I

H 0 1 L 29/78
 27/10
 27/08
 21/76

テーマコード (参考)

6 1 2 B
 3 8 1
 6 7 1 C
 3 2 1 B
 D

F ターム(参考) 2H092 JA23 JA25 JB56 KA05 KB24
KB25 KB28 MA05 MA10 MA12
MA18 MA27 NA25 NA27 NA29
PA01
5F032 AA02 CA09 CA14 CA15 CA17
CA21 CA23 DA01 DA02 DA04
DA06 DA07 DA10 DA21 DA41
DA71
5F048 AA07 AB01 AC03 AC04 BA16
BC12 BC18 BG12
5F083 AD02 HA02 ZA04
5F110 AA30 BB02 BB04 BB07 BB20
CC02 DD01 DD02 DD03 DD06
DD07 DD12 DD13 DD14 DD19
DD24 EE03 EE04 EE44 FF02
FF30 FF31 FF32 GG02 GG47
HJ01 HJ04 HJ13 HJ22 HJ23
HL03 HL23 NN02 NN04 NN23
NN35 NN72 QQ16